

POSSÍVEIS EFEITOS BIOLÓGICOS DAS RADIAÇÕES NÃO-IONIZANTES: RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA, E , MICROONDAS ADVINDAS DO TELEFONE CELULAR



EDMUNDO RODRIGUES JUNIOR
Adriana Gomes Dickman

Outubro de 2008

Caro colega professor,

Esta cartilha foi elaborada com a intenção de contribuir para a formação integral de nossos alunos do Ensino Médio, por meio do enfoque conhecido como CTS, isto é, pelo esforço de relacionar Ciência, Tecnologia e Sociedade. Assim, a abordagem que será feita, aqui, centra-se em questões do dia-a-dia das pessoas, que, acreditamos, torna os conteúdos escolares mais atraentes para o estudante. Nessa direção, serão apresentados estudos dos conceitos e das conseqüências biológicas, para os seres humanos, da radiação emitida pelo telefone celular e da radiação ultravioleta provinda do Sol, numa perspectiva de articulação das disciplinas relacionadas às Ciências da Natureza. Busca-se, também, conscientizar da importância de se proteger dessas radiações.

Espera-se que esta cartilha contribua para que o aluno compreenda os riscos e benefícios que a aplicação de um conhecimento científico pode trazer para a sua existência e para a sociedade, capacitando-o a questionar, decidir e atuar sobre questões que envolvam conhecimentos de Ciência e Tecnologia.

Para que o aluno desenvolva essas qualidades em relação às implicações do desenvolvimento científico e tecnológico, o professor deve propiciar espaços para discussão do assunto em sala de aula, superando a concepção do aluno como mero receptor de informação para investir em suas possibilidades de tornar-se cidadão consciente e apto a tomar decisões. Este estímulo pode vir, por exemplo, por meio de debates, teatros, pesquisas de campo ou entrevistas.

Desejo, enfim, que a cartilha em foco venha ao encontro das pretensões de educadores em proporcionar ao seu alunado uma visão integradora da Física, Química, Biologia e Matemática.

Bom trabalho!

Abraços, Edmundo.

LISTA DE SIGLAS

λ - Comprimento de Onda

ANATEL - Agência Nacional de Telecomunicações

CEMRF - Campos elétricos, magnéticos e eletromagnéticos, na faixa de radiofrequências entre 9 kHz e 300 GHz

CTS - Ciência Tecnologia e Sociedade

DNA - sigla em Inglês de ácido desoxirribonucléico

FCC - sigla em inglês de comissão federal de comunicação

GHz - Giga hertz

GSM - Global System Mobile

ICNIRP - Sigla em inglês da Comissão Internacional de Proteção Contra Radiações Não Ionizantes (“International Commission on Non Ionizing Radiation Protection”)

IEGMP - sigla em inglês de Grupo internacional de Especialistas em Telefones Móveis

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

IV - Infravermelho

K - Kelvin

MG - Minas Gerais

MHz - Mega hertz

Nm - nanometro

$^{\circ}\text{C}$ - Graus celsius

RUV - Radiação Ultravioleta

S - Densidade de Potência

SA - Sigla em inglês de “Specific Absorption”

SAR - Taxa de absorção de energia por tecidos do corpo

UVA - Ultravioleta A

UVB - Ultravioleta B

UVC - Ultravioleta C

SUMÁRIO

1 – BREVE APRESENTAÇÃO.....	5
2 – PROCEDIMENTOS INSTRUCCIONAIS DE USO DA CARTILHA.....	5
3 – AVALIAÇÃO.....	6
4 – CONTEÚDOS BÁSICOS RELACIONADOS AO TEMA, POR DISCIPLINA.....	6
5 – DESENVOLVIMENTO DO TEMA.....	7
5.1 – EFEITOS BIOLÓGICOS DA RADIAÇÃO EMITIDA PELO TELEFONE CELULAR EM SERES HUMANOS.....	7
5.1.1 – TELEFONE CELULAR ALTERA O SONO?.....	8
5.1.2 – TELEFONE CELULAR “ESQUENTA A CUÇA”?.....	9
5.1.3 – SISTEMA CARDIOVASCULAR X TELEFONE CELULAR.....	10
5.1.4 – O TELEFONE CELULAR PODE ALTERAR OS NÍVEIS DE CORTISOL E MELATONINA?.....	11
5.1.5 – CELULAR CAUSA CÂNCER?.....	12
5.2 – EFEITOS BIOLÓGICOS DA RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA DO SOL EM SERES HUMANOS.....	16
5.2.1 – PELE.....	16
5.2.2 – OLHOS.....	21
6 – QUESTÕES MULTIDISCIPLINARES.....	25
7 – GLOSSÁRIO.....	34
7.1 – FÍSICA.....	34
7.2 – MATEMÁTICA.....	37
7.3 – BIOLOGIA.....	39
7.4 – QUÍMICA.....	46
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48
ANEXO I.....	51

1. BREVE APRESENTAÇÃO

Este material é composto, fundamentalmente, de textos científicos baseados em resultados recentes de pesquisas envolvendo os efeitos biológicos da radiação emitida por telefones celulares e pela radiação ultravioleta do Sol, cuidando-se para que tais textos não sejam demasiadamente longos ou complexos. Em algumas situações, podem-se utilizar transparências, *power point* ou vídeos da *Internet*. Simultaneamente, para um melhor entendimento do material, os alunos poderão consultar o glossário disponível ao final desta cartilha, cujos objetivos encontram-se expressos a seguir.

OBJETIVOS GERAIS

- Aplicar os conhecimentos científicos aprendidos com o uso da cartilha em situação do cotidiano
- Assumir uma maior consciência dos problemas ligados ao desenvolvimento tecnológico, adotando uma atitude responsável, para se proteger das conseqüências biológicas relacionadas ao uso do celular e da exposição à radiação solar.
- Reduzir o ensino fragmentado da Física por meio de um ensino multidisciplinar para explicar os efeitos das radiações não ionizantes, principalmente através da resolução de questões que envolvem os conceitos da Física, Química, Matemática e Biologia.

HABILIDADES E COMPETÊNCIAS A SEREM DESENVOLVIDAS

- Analisar e comentar textos, identificando seu conteúdo, definindo os termos específicos e situando-os no contexto do aluno.
- Alertar o aluno sobre o caráter incompleto das pesquisas relacionadas aos efeitos da radiação emitida pelo telefone celular.
- Construir sínteses (na forma de resumos ou comentários) sobre o material estudado.
- Promover oportunidades para que o aluno desenvolva atitudes de diálogo e discussão, trabalhando em equipe.
- Incentivar o discente a expressar sua opinião perante situações-problema.
- .

PÚBLICO ALVO: Professores do Ensino Médio.

2 – PROCEDIMENTOS INSTRUCIONAIS DE USO DA CARTILHA

A aula deverá ser expositiva dialogada. Sugerimos que o professor utilize a seguinte seqüência de procedimentos:

1. Preparar perguntas relacionando o assunto a ser abordado a situações do cotidiano, no sentido de despertar o interesse dos alunos;
2. Expor o assunto de forma dialógica;
3. Apresentar uma situação aos alunos e pedir que cada um elabore um resumo, descrevendo a situação e indicando os tópicos de Física, Biologia, Matemática e Química a ela relacionados, ou seja, que ajudariam a compreendê-la;
4. Separar a turma em grupos e pedir que discutam suas respostas, até que cada grupo elabore um resumo representando suas idéias;
5. Discutir as idéias da turma, solicitando que um representante de cada grupo apresente as conclusões sobre a situação a que o grupo chegou; é recomendável que se anotem no quadro as conclusões dos grupos;
6. Distribuir textos sobre o assunto para cada grupo fazer uma leitura;

7. Descrever a situação, abordando os tópicos relacionados à disciplina que representam, focalizando a relação com as demais; nesse caso, seria bastante enriquecedor se um professor de cada disciplina mencionada acima pudesse assumir o conteúdo de sua área (descrever a situação do ponto de vista da disciplina que ele ministra);
8. Pedir aos alunos que revisem seus resumos e façam uma segunda discussão, comparando as novas conclusões com as conclusões anteriores anotadas no quadro, explicando quaisquer discrepâncias que houver. Fazer uma síntese das conclusões.

3 – AVALIAÇÃO

Sugerimos que a avaliação seja diversificada, buscando verificar conhecimentos, procedimentos e habilidades do educando tais como: falar em público, resolver questões escritas, participar de teatros, etc.

- Discussão dos textos e resolução das questões multidisciplinares, através de trabalhos em grupos ou individuais. Para a avaliação em grupo, poderão ser considerados itens como a organização do grupo, pontualidade, oratória, material utilizado na apresentação e clareza dos fatos abordados.
- Realização de debate, teatro, e palestras por especialistas. Elaboração de resenhas sobre os temas discutidos.
- Aplicação de prova escrita individual, contendo questões objetivas e discursivas.
- Estabelecimento dos critérios de correção da prova.
- Discussão sobre as questões que os alunos erraram na avaliação escrita. Esta correção deverá ser feita em sala de aula com a ajuda do professor e/ou colegas.
- Sugestão de tópicos a serem avaliados nos trabalhos em grupos.

4 – CONTEÚDOS BÁSICOS RELACIONADOS AO TEMA, POR DISCIPLINA.

FÍSICA

Energia, Potência, Ondas, Radiação Ionizante e suas Fontes, Radiação Não Ionizante e suas Fontes, Temperatura/Calor, Óptica Geométrica, dualidade onda/partícula.

MATEMÁTICA

Função, Proporcionalidade, Potência de 10.

BIOLOGIA

Glândulas supra-renal e pineal, Hormônios, Circulação sanguínea, Fibras colágenas elásticas, Estrutura cardíaca, Sono, Estresse, Sistema imunológico, Linfócitos, DNA, Olho humano, Tecidos, Câncer.

QUÍMICA

Radicais livres, Funções e compostos orgânicos, Estrutura do átomo, Transições eletrônicas, Ligações químicas, Condutividade elétrica e térmica, Íons.

5 – DESENVOLVIMENTO DO TEMA

5.1 – EFEITOS BIOLÓGICOS¹ DA RADIAÇÃO EMITIDA PELO TELEFONE CELULAR EM SERES HUMANOS



O USO DE TELEFONES CELULARES PREJUDICA A SAÚDE DAS PESSOAS?

Quando estamos falando ao telefone celular, principalmente com um amigo, parente, namorado ou namorada, dificilmente pensamos nos efeitos que a energia vinda desse aparelho pode provocar no ser humano, não é mesmo? Nesta cartilha, como já dito, encontram-se resultados de algumas pesquisas recentes sobre efeitos biológicos do celular nas pessoas, que ajudam a entender o que há de mito ou verdade sobre o assunto e a esclarecer essa polêmica pergunta:

TELEFONE CELULAR CAUSA CÂNCER?

¹EFEITOS BIOLÓGICOS x EFEITOS A SAÚDE

Efeito biológico é qualquer alteração biológica produzida no organismo, capaz de provocar ou não, problemas de saúde. A exposição de seres humanos à radiação na faixa de frequência do celular propicia efeitos biológicos como, por exemplo, mudanças na velocidade de reação das ondas cerebrais durante o sono. Porém, isto não significa que esta alteração seja prejudicial à saúde do indivíduo. O sistema imunológico elimina as células modificadas pela radiação.

5.1.1 – TELEFONE CELULAR ALTERA O SONO?

Na Universidade de Zurique foram realizadas pesquisas sobre os efeitos da exposição à radiação emitida pelos telefones digitais (GSM). Voluntários saudáveis foram expostos à densidade de potência de $0,5 \text{ W/m}^2$ enquanto dormiam. Testes experimentais noturnos ocorreram em dois dias. Os voluntários eram expostos aleatoriamente durante a primeira ou a segunda noite. Após a exposição, eles disseram que se sentiram mais dispostos no dia seguinte. Estudos similares (ainda na Universidade de Zurique) foram realizados posteriormente com voluntários submetidos a uma densidade de potência de $0,2 \text{ W/m}^2$. Um SAR máximo de $0,6 \text{ W/kg}$ foi medido na parte traseira do pescoço, valor bem abaixo do limite recomendado pela ANATEL (2 W/kg). Percebe-se, de acordo com este último resultado, que a radiação emitida pelo aparelho de celular não interferiu no sono das pessoas. No entanto, recentemente, um jornal de grande circulação nacional, mostrou que pesquisas realizadas por pesquisadores norte-americanos sugeriram que a radiação emitida por celulares pode prejudicar o sono das pessoas:

“O trabalho de especialistas do Instituto de Tecnologia de Massachusetts, Estados Unidos, expôs 71 homens e mulheres, com idades entre 18 e 45 anos, à radiação do celular enquanto dormiam. Os cientistas observaram que as fases iniciais do sono foram diretamente afetadas e que outras, importantes para a recuperação dos desgastes, sofridos durante o dia, também foram prejudicadas pelas radiações. A mesma pesquisa indicou também que, pessoas que dormem com o celular muito próximo do corpo sofrem mais dores de cabeça” (ESTADO DE MINAS, 07 de fevereiro de 2008).

Pode-se tecer um comentário sobre os resultados das pesquisas realizadas sobre a alteração do sono devido à radiação do aparelho celular. O estudo realizado em Zurique mostrou que a radiação advinda do celular não altera o sono das pessoas, enquanto que a realizada nos Estados Unidos indicou uma alteração do sono, principalmente na sua fase inicial. Esses resultados contraditórios podem indicar que as pesquisas ainda não são conclusivas. Pesquisas indicam que a exposição à radiação de celular diminui a produção de melatonina, hormônio responsável pelo sono, produzido na glândula pineal.



TELEFONE CELULAR

O telefone celular é um aparelho que emite ondas eletromagnéticas, especificamente microondas (radiação não-ionizante), geralmente na frequência de 900 MHz. O aparelho emite um sinal para a Estação de Rádio Base (ERB), mais próxima do usuário. Esta por sua vez envia o sinal para a Central de Comutação e Controle (CCC), que o direciona, por meio de antenas para o telefone receptor, que pode ser outro aparelho celular ou telefone fixo, como ilustra a figura 1.

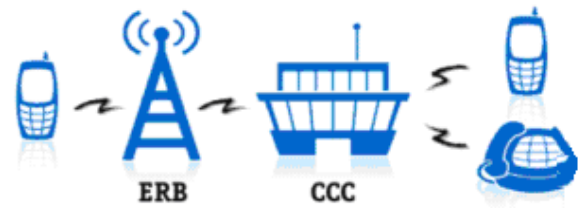


Figura 1: Esquema ilustrando a transmissão de sinais de celulares. Fonte: www.vivo.com.br

TIPOS DE APARELHOS CELULARES

Os aparelhos celulares classificam-se em analógicos ou digitais. No sistema analógico a voz é enviada e reproduzida por inteiro (DynaTAC 8000x da motorola de 1983). No sistema digital a voz é convertida em sinais digitais que são transmitidos em “pacotes” (V600, V555m da motorola e LG 5400). Ambos funcionam apenas em áreas específicas.

5.1.2 – O TELEFONE CELULAR “ESQUENTA A CUCA”?



Experiências realizadas no Reino Unido e as pesquisas de Gandhi² apontam um acréscimo de temperatura, proveniente da radiação do telefone celular.

Nos testes feitos no Reino Unido foi medida a temperatura da pele de um grupo de adultos, durante uma chamada de celular com duração de 30 minutos. Os resultados mostram um aumento máximo de temperatura de 2,3° C do lado da cabeça em que o celular foi apoiado. Um comitê holandês, que dita limites de exposição à radiação emitida pelo celular, analisou os dados e suspeita que houve uma falha nos procedimentos de medida. O comitê acredita que houve uma influência direta das ondas eletromagnéticas emitidas pelos telefones celulares sobre os instrumentos de medida utilizados. Nenhum acréscimo de temperatura foi verificado com o telefone desligado.

Gandhi verificou um aumento de 0,1 a 0,2°C da temperatura no cérebro e no olho em consequência da presença de um telefone celular, valor bem abaixo do limite aceitável de 1°C.

Como se pode constatar a radiação emitida pelo telefone móvel aumenta a temperatura dos tecidos biológicos. Entretanto, esses acréscimos são atenuados pela circulação do sangue e pelo suor. Deve-se, portanto, limitar o uso de aparelhos celulares pelas crianças, principalmente porque seus tecidos auditivos e oculares ainda estão em desenvolvimento e possuem poucos vasos sanguíneos.

¹(Par 01, citado por Gezondheidsraad 2002, p.38).

²(Gan01, citado por Gezondheidsraad 2002, p.39).

TECNOLOGIA DIGITAL x ANALÓGICA

Qualidade de transmissão: os celulares digitais transmitem uma qualidade de voz melhor, em comparação com o analógico.

Manutenção da ligação: tanto a tecnologia digital quanto a analógica apresenta interrupções totais ou parciais do sinal quando encontram obstáculos como túneis e morros, por exemplo. A diferença é que o telefone analógico “avisa” ao usuário, por meio de interferências destrutivas, que o sinal vai ser interrompido, enquanto que o sinal digital simplesmente desaparece.

Recursos: a tecnologia digital possui um número maior de recursos que a analógica. Com a primeira, pode-se enviar e-mail, brincar de joguinhos ou até mesmo consultar um calendário.

Bateria: a bateria do analógico resiste, no máximo, a duas horas de conversação e um dia em espera sem uso, enquanto que a bateria do celular digital agüenta três horas e meia de uso e até três dias sem conversação.

Sigilo: no sistema digital o sigilo é maior, pois não ocorre linha cruzada e a clonagem é mais difícil.

5.1.3 – SISTEMA CARDIOVASCULAR X TELEFONE CELULAR



O telefone celular pode alterar os ritmos cardíacos ou prejudicar o funcionamento de marca-passos?

Não há nenhuma evidência para afirmar que campos eletromagnéticos originados de telefones móveis produzam algum efeito sobre o sistema cardiovascular de voluntários saudáveis. A exposição ao sinal do telefone móvel parece não influenciar as variações naturais do ritmo cardíaco. Algumas pesquisas indicam uma possível influência na pressão sanguínea³. Entretanto, cientistas provaram que as alterações eram devidas à ação direta do campo eletromagnético no equipamento de medição.

Apesar disso, os usuários de marca-passos precisam ter cuidado. Com relação ao uso desse instrumento ou outros dispositivos médicos, o manual de instruções de um aparelho celular alerta:

“É possível que haja interferências na função de equipamentos médicos, como por exemplo, próteses auditivas e marca-passos. Deve-se manter uma distância mínima de 20 cm entre o marca-passo e o celular. Ao telefonar, coloque o celular no ouvido oposto ao do marca-passo. Para mais informações consulte seu médico (SIEMENS, p.3)”



A radiação emitida por aparelhos celulares, motores elétricos, soldadores elétricos e linhas de transmissão pode interferir no funcionamento normal desses aparelhos. Entretanto, os marca-passos atuais estão sendo blindados para diminuir a interferência de qualquer tipo de radiação.

5.1.4 – O TELEFONE CELULAR PODE ALTERAR OS NÍVEIS DE CORTISOL E MELATONINA?

Qual a relação existente entre telefone celular e hormônio?

Voluntários saudáveis³ foram expostos durante o sono a um sinal GSM de 900 MHz com uma densidade de potência de $0,2 \text{ W/m}^2$. A cada 20 minutos, foi feito exame de sangue para verificar as concentrações de cortisol e melatonina. Somente uma mudança no nível do cortisol foi encontrada - um aumento pequeno na primeira hora de exposição, voltando ao nível normal após esse tempo. Os autores justificam tal comportamento como uma adaptação do corpo ao sinal emitido.

Radon¹ determinou a concentração de vários hormônios, incluindo melatonina e cortisol na saliva de humanos. Estes foram expostos a um sinal GSM com uma densidade de potência de 1 W/m^2 por quatro horas, tendo por resultado um SAR máximo de $0,025 \text{ W/kg}$ na cabeça. Devido às variações diárias dos níveis desses hormônios, a exposição ocorreu durante o dia e a noite. Os investigadores concluíram que não houve alteração na concentração de nenhum dos hormônios presentes na saliva dos voluntários, após a exposição ao sinal de celular.

As pesquisas de Gezondheidsraad³ mostraram uma alteração no nível de cortisol de pessoas saudáveis. A escassez desse hormônio, ou excesso dele, pode propiciar o aparecimento de duas moléstias: A doença de Addison e a Síndrome de Cushing.

A doença de Addison, cujo nome é uma homenagem ao inglês Thomas Addison que a descobriu em 1885, surge devido a baixa produção de cortisol pelas glândulas supra-renais. Ela atinge uma a duas pessoas a cada cem mil, sendo, portanto uma doença rara. Os principais sintomas desta doença são o emagrecimento, perda de apetite, fraqueza muscular, náuseas, vômitos, irritabilidade e depressão.

A síndrome de Cushing é caracterizada por uma produção excessiva de cortisol pelas glândulas supra-renais. Entre os sintomas estão o aumento de peso, o depósito excepcional de gordura na parte superior do corpo e no pescoço, excesso de apetite e sede, bem como o aumento da produção de urina. Esta síndrome pode ter como causa um tumor nas glândulas supra-renais, geralmente benignos ou por ingestão de medicamentos que contenham cortisona ou seus derivados. Esta síndrome pode aparecer tanto em seres humanos como em cães.

De Sèze² investigou se a exposição à radiação emitida por telefones celulares digitais teria algum efeito sobre o nível de melatonina no sangue. Os voluntários foram expostos a campos eletromagnéticos de 900 MHz ou 1800 MHz com potência máxima. Esta exposição foi feita duas horas por dia, durante cinco dias por semana em quatro semanas. Os valores do SAR encontrados no local da cabeça, onde foi apoiado o celular, estavam entre $0,1$ e $0,3 \text{ W/kg}$. Foi realizado um exame de sangue quatro vezes por dia em intervalos de três horas, antes, durante e após o período da exposição. Em nenhum desses períodos foi encontrada uma anomalia nas variações diárias do nível de melatonina no sangue.

RESTRIÇÕES BÁSICAS: O que são? Quem dita as normas de segurança?



Restrições básicas são limites estabelecidos para exposição a campos eletromagnéticos variáveis no tempo, baseadas diretamente nos efeitos conhecidos à saúde. As restrições básicas para exposição à radiação emitida pela telefonia celular ou outras formas de radiação não-ionizantes são ditadas no Brasil pela Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL), de acordo com normas internacionais estabelecidas por órgãos como, por exemplo, a “International Commission Non-Ionizing Radiation Protection” (ICNIRP), a “International Radiation Protection Association” (IRPA), a Organização Mundial de Saúde (OMS) e a “Federal Communications Commission” (FCC). No item 5.1.5, encontram-se alguns limites estabelecidos por alguns desses órgãos, tanto para telefones celulares quanto para antena de celulares. Confira!

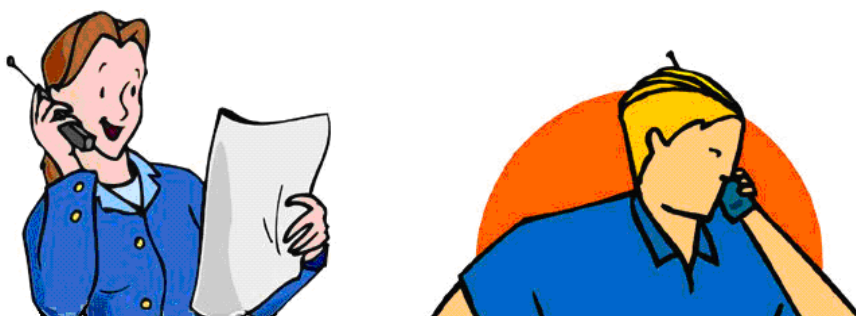
¹ (Rad01, citado por Gezondheidsraad, 2002 p.57).

² (DeS99, citado por Gezondheidsraad, 2002, p.57).

5.1.5 – TELEFONE CELULAR DÁ CÂNCER?

O debate atual sobre a possibilidade das radiações emitidas pelos celulares provocar câncer se intensificou nos últimos anos, devido ao aumento do número desses aparelhos. Esta discussão foi levantada após uma reclamação de um habitante da Flórida, em 1993, que atribuiu à radiação emitida pelo celular o desenvolvimento de um tumor cerebral em sua esposa. Nesta época não se conhecia praticamente nada sobre os efeitos adversos causados pela exposição regular (a curto ou longo prazo) a estes campos eletromagnéticos. Desde então, a sociedade demonstra muito interesse em relação à segurança destes telefones móveis. De acordo com Moulder, apud Sabbatini (2007), a radiação emitida pelas antenas de celulares não possui energia suficiente para quebrar a molécula de DNA.

Discutimos, a seguir, alguns tipos de câncer e sua possível relação com o uso do telefone celular.



CÂNCER NO CÉREBRO

Estudos epidemiológicos investigaram uma possível relação entre o uso do telefone móvel e o desenvolvimento de tumor cerebral. Hardell³ elaborou um estudo envolvendo 209 pacientes que apresentavam tumor cerebral. Uma análise desses tumores não indicou nenhuma ligação entre a utilização do telefone móvel e o crescimento dos mesmos, tanto para telefones analógicos quanto para digitais. Johansson⁴ monitorou um grupo de 420.000 usuários de telefone móvel de 1982 a 1995. Neste grupo, a probabilidade de desenvolver tumores cerebrais não diferiu daquela da população dinamarquesa como um todo. Nenhuma correlação foi encontrada com o tempo médio da chamada, duração do uso do telefone, idade no começo da utilização do telefone celular, ou tipo do telefone (analógico ou digital).

Recentemente uma pesquisa realizada em Tóquio também afastou a suspeita de que a radiação emitida pelo celular provoca ou aumenta o risco de câncer no cérebro. O estudo comparou 683 pessoas saudáveis a 322 pacientes com câncer no cérebro.

“A última edição do British Journal of Cancer, revista especializada, publicada na Inglaterra, reproduz os resultados da primeira pesquisa completa até agora sobre os efeitos no homem do uso regular de telefones celulares. E o resultado é tranquilizador, garantem seus autores, acadêmicos da Universidade Médica de Mulheres do Japão. O estudo mostrou que não há qualquer indício de que os usuários do aparelho estejam correndo risco maior de desenvolver câncer no cérebro. Trata-se de um trabalho científico pioneiro de avaliação dos efeitos dos níveis de radiação do celular em diferentes partes do cérebro humano.” (ESTADO DE MINAS, 07 de fevereiro de 2008).

³ (Har99, citado por Gezondheidsraad, 2002, p.51).

⁴ (Joh01, citado por Gezondheidsraad, 2002, p.53).

CÂNCER NO OLHO

Estudos realizados por cientistas alemães⁵ indicaram que o uso do celular aumenta o risco relativo de melanoma ocular. Diante destes estudos é razoável acreditar que ocorrerá aumento da incidência deste tipo de câncer no decorrer do tempo, pois o número de assinantes de telefone celular aumenta cada vez mais⁶. De acordo com a ANATEL, o Brasil atingiu em 2007, cem milhões de usuários de telefones móveis.

Para testar essa hipótese, a avaliação da incidência de melanoma ocular foi correlacionada com o número de assinantes de telefones celulares na Dinamarca⁷. Veja figura 2.

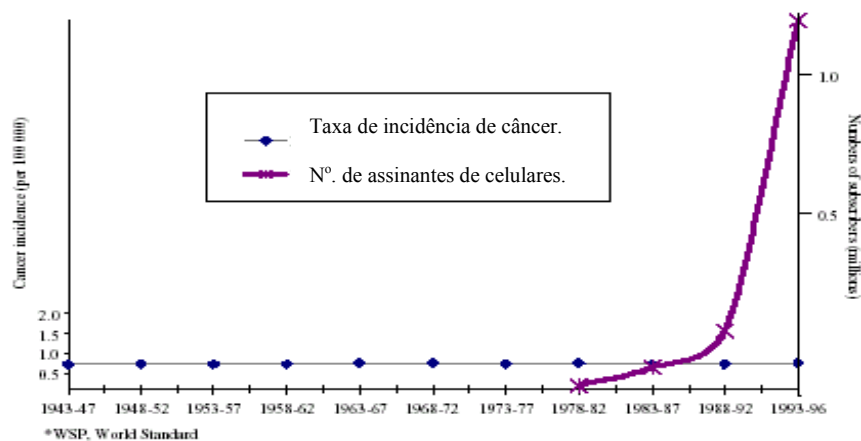


Figura 2: Evolução do número de assinantes de telefone celular e taxa de incidência de câncer no olho de 1943 a 1993. Fonte: Boice, 2002.

Observa-se, de acordo com o gráfico, um aumento significativo do número de assinantes de telefone celular a partir de 1987. Por outro lado, percebe-se que a taxa de incidência de câncer no olho permaneceu constante durante todo o período analisado. É importante observar que a tecnologia de celular é recente se comparada com o aparecimento de câncer no olho. Não podemos inferir sobre comportamento das curvas azul e vermelha, para longos períodos de tempo (a partir do ano de 1996), ou seja, de acordo com esse gráfico não é possível afirmar se o câncer no olho está relacionado com o número de assinantes de aparelhos móveis. No entanto, o IEGMP acredita que crianças são mais suscetíveis à influência de campos eletromagnéticos, e estabelece o limite de exposição máxima de 1,6 W/kg de tecido no olho, para crianças de até 16 anos.

OUTROS SINTOMAS

Vários estudos foram realizados a respeito dos efeitos biológicos em usuários de telefone móvel, como por exemplo, dor de cabeça, tontura etc. Observa-se, no entanto que estes sintomas são muito gerais, podendo ter outros tipos de origem, não estando, portanto, associados necessariamente à radiação microonda emitida pelo telefone celular.

Outro fator significativo que pode resultar em malefícios à saúde humana é o calor excessivo gerado no corpo, devido à exposição à radiação emitida pelo celular. Embasados em dados científicos, obtidos com animais em laboratório e voluntários humanos, observou-se que a variação máxima de temperatura, para que não se desenvolva riscos à saúde humana, é de 1°C.

⁵ (STANG, 2001, citado por Boice, 2002, p.23).

⁶ (INSKIP 2001, citado por Boice, 2002, p.23).

⁷ (Johansen. 2002, citado por Boice 2002, p.23).

Como se proteger das radiações do telefone celular?

Alguns cuidados em relação ao uso do celular são pertinentes para atenuar os possíveis efeitos da radiação emitida por esse aparelho. Confira:

- Limitar o uso do aparelho de celular pelas crianças.
- Trocar de orelha constantemente ao falar pelo telefone celular.
- Evitar colocar o telefone celular próximo ao local de dormir.
- Manter distância de no mínimo dois metros das antenas de celulares (estações de rádio – base).
- Manter uma distância mínima de 20 cm entre o marca-passo e o aparelho de celular.
- Colocar o telefone celular no ouvido oposto ao local onde se encontra o marca-passo.



Quais os valores de SAR permitidos para telefones celulares?

As restrições básicas para as radiações emitidas pelos aparelhos celulares e estações de rádio-base (antenas) são estabelecidas de acordo com a densidade de potência (S) e a taxa de absorção específica (SAR). A ANATEL, através da resolução 3003/2002, estabelece normas aceitáveis em relação aos níveis de radiação para trabalhadores na área, ou seja, pessoas que estão em contato constantemente com fontes de radiação e o público em geral. Recomenda-se para trabalhador da área um SAR médio de 0,4 W/kg, e para a população em geral, 0,08 W/kg. Esses dados são uma média para exposição do corpo todo.

Em relação à exposição parcial do organismo, a ICNIRP e a ANATEL definem outros valores para o SAR. Para a população geral, foi proposto um SAR de 2 W/kg para a cabeça e 4 W/kg para a mão que segura o aparelho de celular. Os valores correspondentes para trabalhadores na área são 10 W/kg para a cabeça e 20 W/kg para a mão. É importante salientar que esses números foram estabelecidos para adultos saudáveis. Crianças, idosos e pessoas doentes devem ser expostos a doses menores de radiações. A tabela abaixo resume os níveis de referência regulamentados pela ANATEL.

Tabela 1: Níveis de referências de SAR, recomendados pela ANATEL.

Características da Exposição	Faixa de Radiofrequência	SAR média do corpo inteiro (W/kg)	SAR Localizada (cabeça e tronco) (W/kg)	SAR localizada (membros) (W/kg)
Exposição ocupacional ou controlada (trabalhadores da área)	10 MHz a 10 GHz	0,4	10	20
Exposição da população em geral ou não controlada	10MHz a 10 GHz	0,08	2	4

Fonte: Agência nacional de telecomunicações, 2002

É perigoso morar perto das torres de celular?



A OMS estabelece uma distância limite que as pessoas devem manter das antenas de transmissão sem perigo para a sua saúde.

Tabela 2: Distância de segurança em relação a algumas antenas de transmissão.

TIPOS DE ANTENA	DISTÂNCIA À ANTENA
Telefonia móvel (Celular)	1-2 m
TV altas frequências	15 m
Rádio FM	30 m
TV UHF	40 m

Observe que podemos chegar a um ou dois metros da torre de telefonia celular sem preocupação com algum malefício à saúde. Para se ter uma idéia, o limite estabelecido, por exemplo, para a rádio FM, são 30 m. Além disso, a densidade de potência das antenas de celulares diminui bastante com a distância. Por exemplo, para uma distância de 30 a 40 m, distância típica da antena a residências, a densidade de potência cai para a faixa entre 0,0001 e 0,00005 mW/cm², em comparação a 0,02 mW/cm², próximo à antena.

Esses valores encontram-se bem abaixo do nível recomendado pela FCC, de 1,2 mW/cm². Com base nessas informações, podemos concluir que morar perto de antenas transmissoras não causa malefícios à saúde humana.

5.2 – EFEITOS BIOLÓGICOS DA RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA (RUV) DO SOL EM SERES HUMANOS

Você já tomou banho de sol, hoje?

Estudos sobre os efeitos biológicos da energia solar mostram os benefícios e os malefícios que a radiação ultravioleta pode causar no ser humano. Nesta cartilha você aprenderá a relação entre sol e vitamina D, além das doenças que a exposição ao sol pode causar na pele e nos olhos. Você descobrirá também o que é UVA, UVB e UVC e o que significa um protetor solar, fator 30, 50, etc. Embarque nesta aventura e descubra como as disciplinas escolares podem ajudá-lo a ter uma vida melhor, desfrutando das belezas do verão do nosso país.



Os efeitos biológicos da radiação ultravioleta em seres humanos ocorrem principalmente na pele e nos olhos, órgãos externos mais expostos a RUV.

5.2.1 - Efeitos biológicos do Ultravioleta na PELE

Os efeitos biológicos provenientes da RUV, na pele do homem, podem ser imediatos ou tardios. Os efeitos imediatos são: eritema ou queimadura da pele, bronzeamento, lesões das células langerhans e síntese de vitamina D. Esses efeitos ocorrem poucas horas ou poucos dias após a exposição. Já os efeitos tardios ocorrem anos depois, e são caracterizados por envelhecimento da pele (fotoenvelhecimento), e câncer de pele (fotocarcinogênese). A seguir apresentamos cada um desses casos.

EFEITOS IMEDIATOS

ERITEMA OU QUEIMADURA

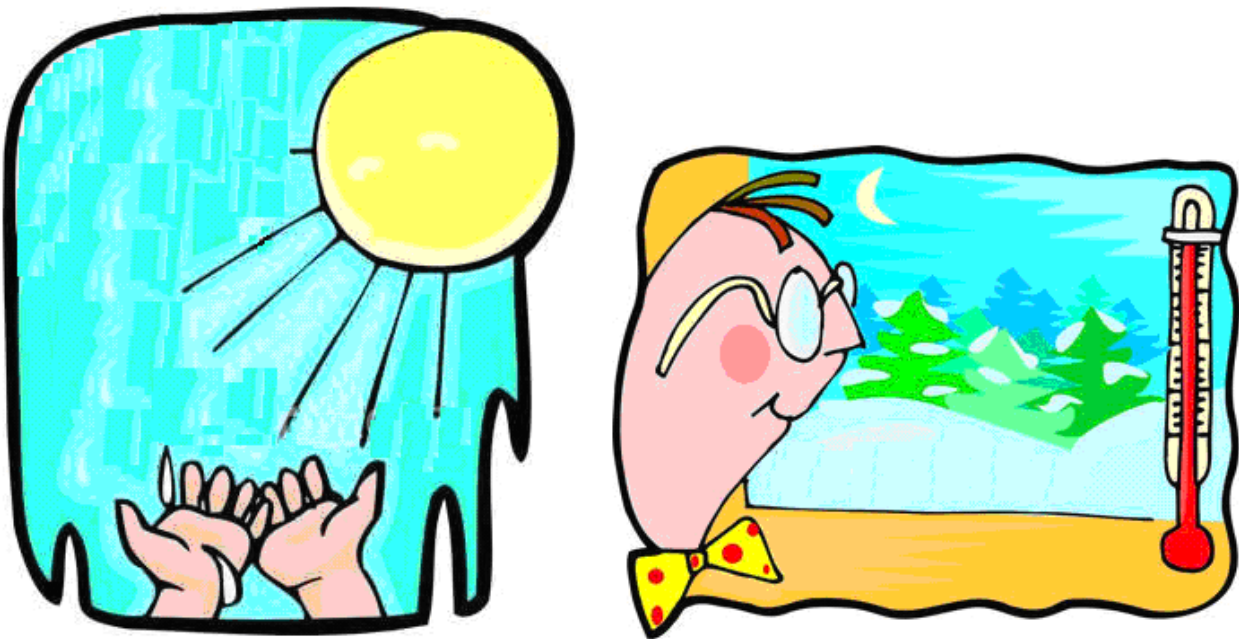
É provocado pelo sol ou substâncias fotossensibilizantes, como o piche, medicamentos e cosméticos. Ocorre frequentemente em peles branca e moreno-clara, e é caracterizado pela cor avermelhada da pele e pelo aparecimento de bolhas. A duração da queimadura depende do tipo de radiação ultravioleta que atinge a pele. O eritema provocado pela UVA surge entre duas e vinte e quatro horas após a exposição ao sol, enquanto que o provocado pela UVB aparece cerca de quatro a oito horas após a exposição ao sol. O tratamento para as bolhas e vermelhidão da pele é feito com pomadas (tratamento local) ou com injeções e medicamentos orais (tratamento sistêmico).

A radiação ultravioleta é uma onda eletromagnética cuja frequência varia entre 3×10^{14} Hz e $7,5 \times 10^{15}$ Hz, ou com comprimento de onda compreendido entre 100 nm e 400 nm, lembrando-se que $1 \text{ nm} = 10^{-9}$ m. As fontes desta onda eletromagnética são o Sol (fonte natural) e lâmpadas de aquário e bronzeamento (fontes artificiais).

BRONZEAMENTO

O bronzeamento ou melanogênese é o aumento de pigmentação da pele pela ação da RUV, conseqüente das alterações que ocorrem nos melanócitos. Segundo OKUNO (2005), neste processo os melanócitos se multiplicam, aumentam de tamanho e exibem maior concentração de melanina nos melanossomos (vesículas). Ainda de acordo com essa autora,

“O bronzeamento pode ser imediato ou tardio. O bronzeamento imediato surge minutos após a exposição ao Sol, em indivíduos morenos ou pardos e desaparece gradualmente nas horas subseqüentes e está relacionado ao RUVA e à luz visível até 450nm. O bronzeamento tardio também ocorre em indivíduos morenos a partir do terceiro dia de exposição á radiação UVB, com pequena participação da RUVA, e é influenciado por fatores raciais e genéticos. É mais duradouro e persiste por semanas ou meses (OKUNO,2005, p.46)”.



Existem três tipos de radiação ultravioleta:

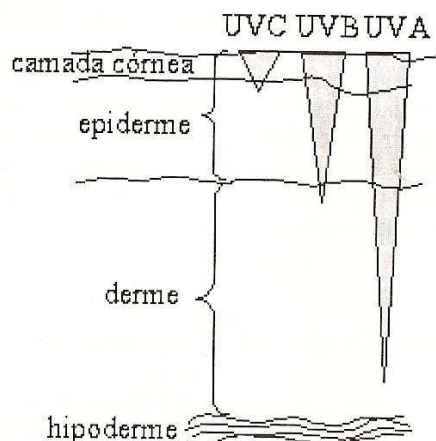
- UVA (λ variando entre 315 - 400 nm): Faixa caracterizada por possuir menor energia. Os raios UVA provenientes do Sol atingem a superfície da Terra em grandes quantidades. São produzidos artificialmente e muito utilizados em boates, conhecidos popularmente como luz negra.
- UVB (λ variando entre 280 - 315 nm): 90% dos raios UVB provenientes do Sol são absorvidos pela camada de ozônio, pelo vapor de água, oxigênio e dióxido de carbono presentes na atmosfera. É conhecido comumente como luz eritematogênica, pois provoca eritema (queimadura da pele).
- UVC (λ variando entre 100 - 280 nm): São os raios mais danosos aos tecidos biológicos, sendo que 99% são absorvidos pela atmosfera, e apenas 1% atinge a superfície da Terra. Os raios UVC também recebem o nome de radiação germicida.

A emissão da radiação ultravioleta pode ocorrer através de espectros contínuos ou discretos, dependendo da fonte. Um espectro é a representação da intensidade ou irradiância de uma onda eletromagnética em função de seu comprimento de onda ou frequência.

Os espectros contínuos são obtidos pela emissão de radiação por todos os objetos, pois eles estão sempre à temperatura maior que o zero absoluto, $T > 0$ K. Quanto maior a temperatura do corpo, mais radiação ultravioleta estará presente no espectro de emissão.

Os espectros discretos são caracterizados pela emissão de fótons por elétrons ao decair de um nível de maior energia para um de menor energia. Os fótons emitidos por meio da transição de elétrons de valência, de um nível a outro de energia, estão na faixa da radiação infravermelha, luz visível e ultravioleta. (OKUNO, 2005)

Os raios UVA, UVB e UVC (fonte artificial para o UVC), podem penetrar nas camadas da pele. O alcance da penetração dessas radiações vai depender da maneira como algumas substâncias existentes na pele absorvem a energia contida nos raios. A figura 3 mostra um esquema da penetração da RUV na pele.



De acordo com a figura 3, vemos que é um equívoco afirmar que quanto maior a energia da radiação maior é a sua profundidade de penetração no tecido epitelial. O raio UVC atinge apenas a camada superior da epiderme, o UVB chega até a camada superior da derme e o UVA, embora menos energético, alcança as camadas mais profundas da derme. O UVB e UVC apresentam profundidade menor, porque são absorvidos pelas proteínas existentes nas camadas superficiais da pele.

Figura 3: Penetração da RUV na pele.
Fonte: OKUNO (2005).

LESÕES DAS CÉLULAS DE LANGUERHANS

A radiação ultravioleta tem efeito acentuado sobre as células de Langerhans, que são potentes indutoras da replicação dos linfócitos T e da secreção de linfocinas (citocinas), que é um grupo de moléculas envolvidas na emissão de sinais entre as células durante o desencadeamento das respostas imunes. As células langerhans possuem receptores de superfícies que capturam materiais antigênicos externos que entram em contato com a pele. O sol deixa a pele mais suscetível a infecções. O indivíduo sente cansaço e sonolência após a exposição à radiação solar.

SÍNTESE DE VITAMINA D

A Vitamina D, classifica-se como D2 e D3. A vitamina D2 é produzida em plantas e leveduras por irradiação do ergosterol ($C_{28}H_{44}O$) com radiação ultravioleta. A vitamina D3 é produzida fotoquimicamente pela ação da luz solar ou luz ultravioleta sob o 7-desidrocolesterol, presente na pele dos animais.

O ergosterol ou o 7-esidrocolesterol, quando exposto à radiação ultravioleta, é convertido em vitamina D, fator essencial para o depósito de cálcio nos ossos em crescimento. É importante salientar que dez minutos diários, é um tempo de exposição ao Sol suficiente para acontecer essa conversão. Isto ocorre também nos alimentos como peixes, manteiga, ovos. Portanto, a vitamina D não é encontrada pronta nesses alimentos, é preciso um precursor (ergosterol ou 7-desidrocolesterol) para a formação de vitamina D, quando estes alimentos são expostos à radiação ultravioleta.

EFEITOS TARDIOS

FOTOENVELHECIMENTO:

É o envelhecimento da pele originado pela exposição à radiação ultravioleta. A pele fica enrugada, seca e amarelada, ocorrendo modificações das fibras elásticas e desordem das fibras colágenas.

FOTOCARCINOGENESE

Origina-se da lesão do DNA, provocando crescimento celular (câncer de pele), devido à exposição solar. O câncer de pele pode ser de três tipos: carcinoma de células basais (CCB), carcinoma de células escamosas (CCE) e melanoma (MEL). Os dois primeiros tipos de câncer são conhecidos como não-melanoma.

A figura 5 ilustra a lesão no DNA, ocorrida no início do câncer não-melanoma. As bases nitrogenadas guanina, citosina, adenina e timina do DNA ligam-se entre si por meio de pontes de hidrogênio. Quando o DNA recebe a RUV, estabelece-se uma ligação covalente entre as bases citosina (dímero de pirimidina). Desta forma, o DNA se replica dando origem a quatro fitas, a primeira formada por duas bases guanina e duas citosinas e a segunda formada por duas bases adenina com o dímero CC. Em seguida, ocorre a mutação de CC para TT, numa nova replicação do DNA. O tipo de mutação causada pela RUV é uma espécie de assinatura, já que ele não é produzido por nenhum outro agente cancerígeno. (OKUNO, 2005)

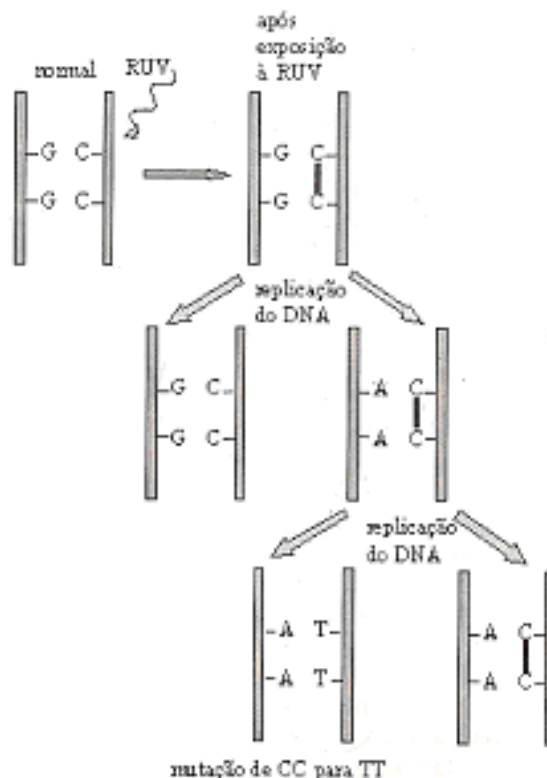


Figura 5: Mecanismo do dano ao DNA causado pela RUV.
Fonte: OKUNO (2005).

CARCINOMA DE CÉLULAS BASAIS

O carcinoma de células basais forma-se nas camadas mais profundas da epiderme, possui uma ocorrência de 75% dos casos, e raramente origina metástase. A figura 6 mostra a aparência deste tipo de câncer na região da orelha.



Figura 6: Carcinoma de células basais
Fonte: skincancer.org

CARCINOMA DE CÉLULAS ESCAMOSAS

O carcinoma de células escamosas forma-se nas camadas mais superficiais da pele. Apresenta poder invasivo local e pode gerar metástase. A figura 7 mostra o aspecto deste câncer na orelha.



Figura 7: Carcinoma de células escamosas.
Fonte: skincancer.org

MELANOMA

Pode-se estender às camadas mais profundas da pele. Apresenta grande incidência de metástase. A figura 8 ilustra o formato de um tumor cancerígeno abaixo do olho.



Figura 8: Melanoma.
Fonte: Skincancer.org

5.2.2 – Efeitos do ultravioleta nos OLHOS

A luz do sol prejudica o olho humano?

É relevante alertarmos sobre os efeitos biológicos causados pela radiação ultravioleta nos olhos, pois este órgão fica muito exposto a este tipo de radiação. O olho humano não enxerga a RUV, pois ela não atinge a retina, sendo, portanto, totalmente absorvida pelas outras partes constituintes do olho, como a córnea, humor aquoso, cristalino e humor vítreo.

A tabela 3 ilustra a porcentagem de absorção da RUV, em função do comprimento de onda, por algumas partes do olho:

$\lambda(\text{nm})$	Raio	Córnea	Humor aquoso	Cristalino	Humor vítreo
$100 < \lambda < 280$	UVC	100%	-	-	-
300	UVB	92%	6%	2%	-
320	UVA	45%	16%	32%	1%
340	UVA	37%	14%	48%	1%
360	UVA	34%	12%	52%	2%

Tabela 3: Porcentagem de absorção da RUV de diferentes comprimentos de onda por partes do olho humano. Fonte: OKUNO (2005).

Observe que a porcentagem de absorção dos raios ultravioleta pela córnea diminui com o aumento do comprimento de onda, variando de 100% para o UVC (100 – 280 nm) até 34% para o UVA de 360 nm.

Os raios UV aceleram a destruição das células que compõem a córnea, favorecendo o aparecimento de lesões microscópicas denominadas fotocreatite (SILVA, 1997). No entanto, essas células apresentam um alto poder regenerativo. A absorção de RUV, pelo humor aquoso, não obedece sempre a uma mesma regularidade. Ela aumenta quando o comprimento de onda sofre um acréscimo de 300 nm para 320 nm e diminui quando ele aumenta de 320 nm a 360 nm. Ao contrário do que acontece na córnea, a concentração de RUV no cristalino aumenta com o aumento do comprimento de onda. A absorção de radiação ultravioleta pelo humor vítreo permanece constante para o intervalo $320 \text{ nm} < \lambda < 340 \text{ nm}$ e aumenta de 1% para 2%, quando o comprimento de onda varia de 340 nm a 360 nm.

É importante salientar que os valores contidos nesta tabela são para indivíduos que não estão usando óculos escuros. A presença desses dispositivos de segurança pode atenuar a entrada de RUV nos olhos e diminuir a porcentagem de absorção de RUV por suas partes constituintes. Para um maior entendimento sobre a absorção dos raios ultravioleta pelos óculos escuros, você pode consultar (SOARES, 2007), disponível no endereço eletrônico: www.fisica.ucb.br/sites/000/74/00000047.pdf.

Os efeitos biológicos da RUV nos olhos classificam-se em imediatos, como o cerato-conjuntivite e tardios como, por exemplo, o pterígio, catarata.

EFEITOS IMEDIATOS

CERATO-CONJUNTIVITE

Produz inflamação na córnea e na conjuntiva. Os sintomas consistem em borramento da visão, sensação de areia nos olhos, blefaroespasma (piscar os olhos intensamente), lacrimejamento e fotofobia. A duração da cerato-conjuntivite é de um ou dois dias.

EFEITOS TARDIOS

PTERÍGIO

O pterígio é uma membrana vascularizada que cresce da conjuntiva em direção à córnea, distorcendo-a, e gerando o astigmatismo. O pterígio ocorre devido à exposição prolongada à radiação ultravioleta. Não se sabe ao certo como essa radiação propicia o aparecimento desta moléstia.

A figura 9 ilustra essa condição. O tratamento desta moléstia é feito por meio de cirurgia. A figura 10 mostra o aspecto do pterígio imediatamente depois (esquerda) da cirurgia, e uma semana (direita) após a cirurgia.

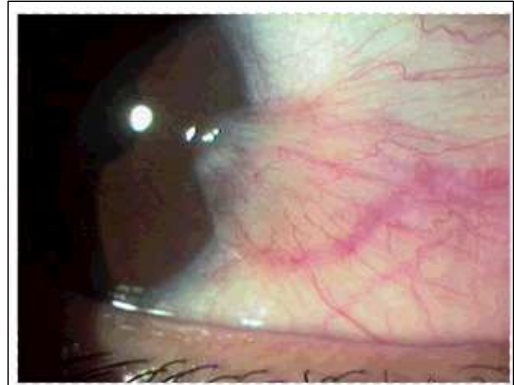


Figura 9: Pterígio, invadindo a córnea.
Fonte: Arquivo pessoal de Daniel Parente



Figura 10: Pterígio: Um dia (esquerda) e uma semana (direita) após a cirurgia.
Fonte: Arquivo pessoal de Daniel Parente.

CATARATA

Ocorre quando o cristalino perde a transparência. Essa condição é provocada por radiação com comprimentos de onda da ordem de 300 nm. Os raios luminosos ao entrarem no olho sofrem difusão em diversas direções, deformando e reduzindo a visão. A RUVB é responsável por 20% dos casos de catarata. Outros fatores como diabetes, fumo e álcool, também contribuem para a formação desta moléstia.

O processo de opacificação do cristalino é acelerado pela ação de radicais livres que alteram a estrutura protéica cristalina (SILVA, 1997). O cristalino apresenta um conjunto de redes de proteínas, solúveis em água e guarnecidas por um epitélio transparente na forma de uma cápsula. Estas proteínas não são substituídas ao longo da vida do indivíduo. A RUVB faz com que essas proteínas se tornem insolúveis, tornando o cristalino opaco, provocando a cegueira por formação de catarata. A figura 11 ilustra um caso de catarata crônica.



Figura 11: Catarata crônica.
Fonte: Arquivo pessoal de Daniel Parente.

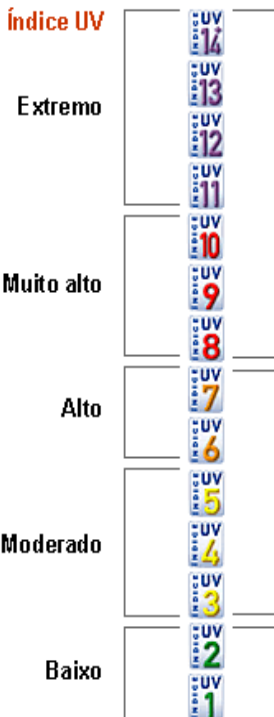
O que é IUV e FPS?

O índice ultravioleta (IUV) mede o nível de radiação solar na superfície da Terra. Quanto maior a altitude, maior o IUV, e maior o risco de danos à pele e de aparecimento de câncer. A figura 12 mostra a relação entre o IUV e os cuidados que devem ser tomados para se proteger da RUV proveniente do Sol. Como a maior parte dos raios ultravioletas que atingem a Terra é do tipo UVB, o índice UV poderia ser chamado, também, de índice de radiação UVB.

A absorção da radiação ultravioleta pelo tecido epitelial depende do tipo de pele da pessoa. De acordo com o INPE, existem quatro tipos de pele: BRANCA, MORENO-CLARA (M. CLARA), MORENO-ESCURA (M. ESCURA) E NEGRA.

O quadro mostrado na figura 13 e o gráfico mostrado na figura 14 relacionam o índice de radiação UVB com o tempo máximo de exposição que cada pessoa suporta antes da pele ficar vermelha, debaixo do sol do meio dia, sem o uso de protetor solar. Observe que este tempo depende do tipo de pele do indivíduo.

O índice UV



O que fazer

Há necessidade de proteção intensa.

Evite se expor ao sol nas horas próximas ao meio-dia. Camiseta, filtro solar, óculos escuros e chapéu são extremamente necessários

Há necessidade de proteção.

Vista uma camiseta, aplique o filtro solar e coloque um chapéu

Não há necessidade de proteção,

mas procure uma sombra nas horas próximas ao meio-dia



Figura 13: Quadro comparativo entre índice UV, tipos de pele e tempo de exposição.

Fonte: Veja. abril.uol.com.br.

Os cálculos do índice UV são feitos por meio de informações provenientes de satélites. Para saber qual o índice UV previsto para sua cidade, basta acessar a página do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) no endereço eletrônico www.cptec.inpe.br. É importante observar que esses cálculos são feitos para condições de céu limpo, pois a presença de nuvens pode diminuir os valores do índice UV.

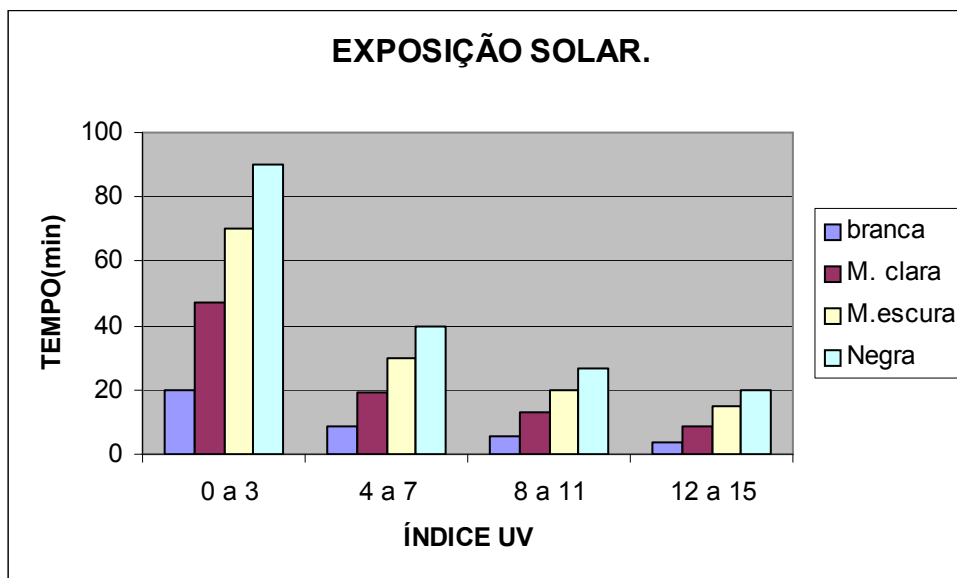


Figura 14: Relação entre índice UV, tempo máximo de permanência ao sol, sem protetor solar e tipo de pele.

Fonte: Arquivo Pessoal.

Para estimar quanto tempo você pode se expor ao sol com proteção solar, basta multiplicar o tempo máximo que você suporta sem o uso do protetor solar, pelo fator de proteção solar (FPS), impresso no rótulo do recipiente.

Por exemplo, um indivíduo de pele moreno-clara (veja figura 14), suporta 19 minutos ao sol quando o índice UVB possui um valor entre 4 a 7. Neste caso, se ele usar um protetor solar com FPS igual a 15 ele poderá ficar ao sol, sem se queimar ou a pele ficar vermelha por 285 min. (19 x 15), ou seja, quase cinco horas de banho de sol.

Ao comprar um protetor solar devemos procurar produtos que ofereçam proteção tanto contra os raios UVB como contra os raios UVA, além de escolher um FPS adequado ao nosso tipo de pele.

Como se proteger dos RUV?

Como se percebe, a radiação ultravioleta proporciona conseqüências danosas à pele e aos olhos. Desta forma é preciso estabelecer meios de proteção para evitar os efeitos biológicos imediatos e tardios desta radiação, conseqüências da exposição do indivíduo aos raios solares. Relacionamos abaixo as maneiras de se proteger a pele e os olhos contra a radiação ultravioleta solar.

PROTEÇÃO CONTRA A RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA SOLAR

- Evitar o sol entre 10 e 16 horas.
- Utilizar bloqueadores solares que protejam contra UVA e UVB.
- Observar o índice UV previsto para a sua cidade.
- Observar o tempo máximo de exposição ao sol com ou sem protetor, de acordo com seu tipo de pele. Usar bloqueadores solares na pele ou óculos escuros, mesmo quando se encontra à sombra. Os RUV refletidos pela areia ou água podem atingir estes tecidos.
- Usar chapéus ou bonés e camisetas.

6 – QUESTÕES MULTIDISCIPLINARES

Olá colega,

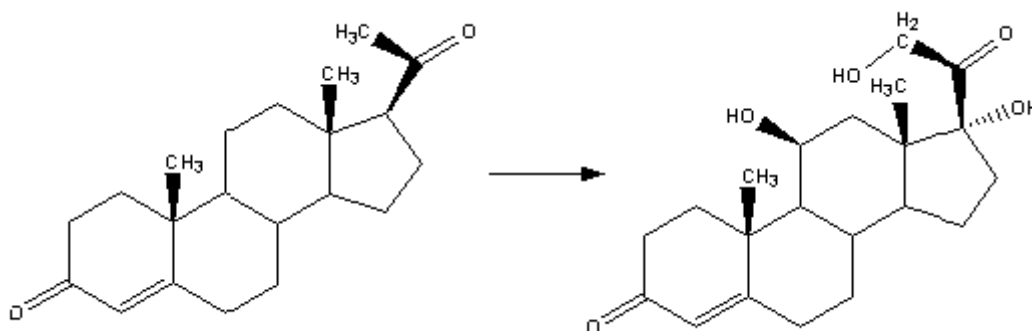
Elaboramos as questões seguintes com a intenção de promover uma abordagem integrada das disciplinas da área de Ciências e Matemática. A maioria delas é classificada como questões de fixação, de fácil resolução. Consulte o texto e o glossário da cartilha, sempre que julgar conveniente. Essas questões devem ser distribuídas aos alunos após uma discussão sobre os efeitos biológicos produzidos pelo celular e pela luz do sol. Os comandos, palavras que indicam o que fazer em cada questão, estão em caixa alta. Você mesmo pode inventar questões multidisciplinares e discuti-las com seus alunos.

Bom trabalho,

Edmundo.

QUESTÃO (1)

A hidrocortisona é uma forma sintética do cortisol, hormônio envolvido na resposta ao estresse. Sua estrutura é formada por átomos de carbono, oxigênio e hidrogênio, como mostrado na figura abaixo.



Hidrocortisona - forma sintética do cortisol.

Fonte: Wikipédia.

Alteração no nível deste hormônio pode provocar aumento da pressão arterial e do açúcar no sangue. Experimentos estão sendo realizados para verificar se a radiação emitida pelo celular pode ser responsável por essas alterações. Responda as questões abaixo de acordo com os textos e o glossário disponibilizados na cartilha.

- IDENTIFIQUE na fórmula estrutural da hidrocortisona o grupo funcional cetona.
- QUAL órgão do corpo humano é responsável pela produção do cortisol. QUAL a função desse órgão no organismo?
- De acordo com pesquisas em voluntários saudáveis, a radiação emitida pelo celular GSM altera os níveis de cortisol no sangue? Se a resposta for afirmativa, QUAIS são os efeitos biológicos provocados por essa alteração?
- PESQUISE junto a um médico, farmacêutico ou outro profissional da saúde se existe algum remédio que tenha a hidrocortisona como princípio ativo contra doenças. Se a resposta for afirmativa, ESCREVA o nome de, pelos menos, um remédio, assim como a enfermidade que ele combate.
- QUAIS são os sintomas da doença de Addison e a síndrome de Cushing? QUAL das duas é caracterizada pelo excesso de cortisol? QUAL delas é caracterizada pela falta deste hormônio?

QUESTÃO (2)

O carbono é utilizado para a datação de fósseis. Quando um organismo morre, ele pára de ingerir novos carbonos. A relação entre carbono 12 (massa atômica 12) e carbono 14 (massa atômica 14) no momento da morte é a mesma que nos outros organismos vivos. Porém, o carbono 14 continua a decair e não é mais repostado. A quantidade de carbono 12, por outro lado, permanece constante. A meia-vida do carbono 14 é 5.700 anos (tempo necessário para desintegrar metade de sua massa). Verificando a razão entre carbono 12 e carbono 14 na amostra, e comparando-a com a relação em um ser vivo, é possível determinar a idade de um

fóssil. Uma fórmula usada para calcular a idade de uma amostra (t) usando a datação por carbono 14 é dada por:

$$t = -\frac{\ln\left(\frac{n_f}{n_0}\right)}{\ln 2} \cdot t_{1/2}$$

em que \ln é o logaritmo neperiano, $\frac{n_f}{n_0}$ é a porcentagem de carbono 14 na amostra comparada com a quantidade em tecidos vivos e $t_{1/2}$ é a meia-vida do carbono 14.

Suponha que exista um fóssil com 5% de carbono 14 em comparação com uma amostra viva ($n_f/n_0 = 0,05$). DETERMINE a idade desse fóssil.

QUESTÃO (3)

Um estudo realizado na Dinamarca relacionou o número de assinantes de celulares com os casos ocorridos de câncer no olho (melanoma ocular), ao longo do período compreendido entre 1943 e 1996. RESPONDA as questões propostas de acordo com o gráfico mostrado na figura 2 (p.12).

- O número de casos de câncer no olho, aumentou, diminuiu ou permaneceu constante, no período entre 1943 e 1996? E o número de assinantes de celulares? EXPLIQUE.
- QUAL o tipo de função matemática que representa a linha azul? EXPLIQUE.
- QUAL o tipo de função matemática que poderia representar a linha vermelha? EXPLIQUE.
- Em que período de tempo (em anos) o número de casos de câncer no olho foi igual ao número de assinantes de celulares?
- De acordo com esta pesquisa, a radiação emitida pelo celular causa câncer no olho? Justifique.

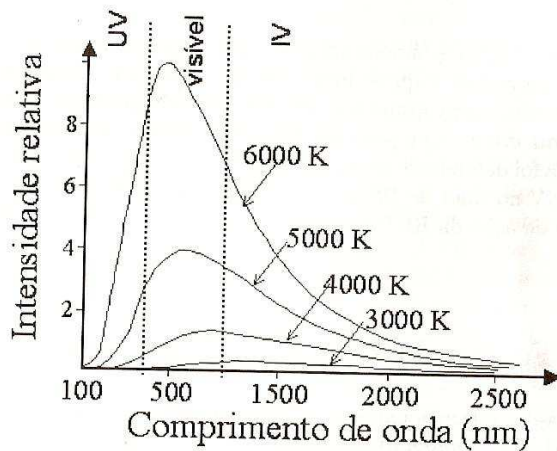
QUESTÃO (4)

Procure em um manual de instruções de um aparelho de celular, informações sobre a saúde e segurança do usuário em relação à exposição da radiação microonda do celular. Responda as seguintes questões:

- Qual o valor do SAR, do aparelho celular, referente a esse manual? Esse valor está de acordo com as normas regulamentadas pela ANATEL? (veja tabela1).
- Ainda de acordo com esse manual, verifique se a radiação emitida pelo celular pode interferir no funcionamento dos marcapassos, aparelhos de surdez ou outros dispositivos. Descubra também, se essa radiação pode provocar incêndio em áreas explosivas, como postos de gasolina.
- Apresente o resultado de sua pesquisa para a turma apontando soluções para resolver ou minimizar os riscos de problema (caso existam).

QUESTÃO (5)

O gráfico abaixo mostra o espectro contínuo de emissão de um corpo aquecido. Nele verifica-se, por exemplo, a intensidade relativa das faixas de radiações emitidas pelo Sol, a uma temperatura média de 6000 K, e por uma lâmpada incandescente (100 W) a uma temperatura de 3000 K.



Espectro contínuo de emissão de um corpo aquecido. Fonte: Okuno, 2005.

ANALISE as proposições seguintes e ASSINALE (V), para as alternativas verdadeiras e (F), para as falsas, justificando a sua resposta.

- () Quanto maior a temperatura do corpo, mais radiação UV é emitida.
- () A intensidade relativa da radiação emitida pela lâmpada de 100 W é maior do que a intensidade relativa da radiação emitida pelo Sol.
- () A radiação UV possui o maior comprimento de onda.

QUESTÃO (6)

O gráfico da figura abaixo relaciona a temperatura em Kelvin (T_K), eixo das ordenadas, com a temperatura em Celsius (T_C), eixo das abscissas.

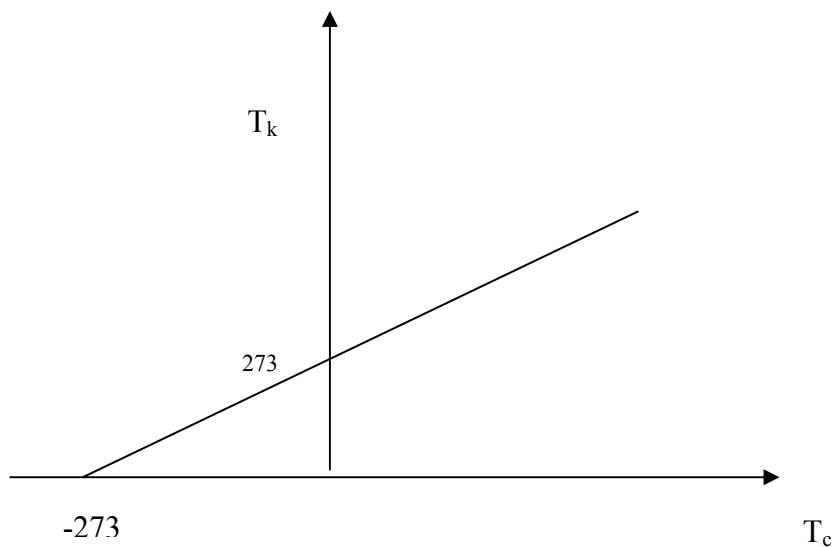


Figura: Temperatura em Kelvin em função da temperatura em Celsius.
Fonte: Arquivo pessoal

ANALISE as proposições seguintes e ASSINALE (V), para as alternativas verdadeiras e (F), para as falsas, justificando a sua resposta.

- () O gráfico representa uma função do 1º grau.
- () O coeficiente angular da reta do gráfico vale 273 e coeficiente linear é um.
- () A relação entre T_k e T_c é dada por: $T_k = T_c - 273$.
- () A temperatura média do sol em graus Celsius é 5727°C .

QUESTÃO (7)

Um número decomposto em seus fatores primos pode ser escrito na forma de potência de 10. Assim o número 60 pode ser representado por $10^{1,778}$ (veja glossário). Sabe-se que o tempo máximo de exposição solar, para que não ocorra queimadura na pele, depende do tipo de pele de cada pessoa (figura 13). O quadro a seguir reúne esses tempos, já transformados em segundos, para a pele negra. COMPLETE os espaços vazios deste quadro com as potências de 10 correspondentes.

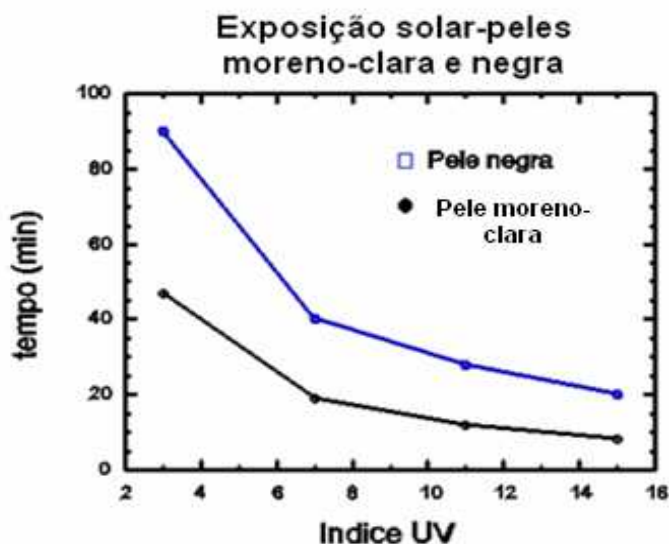
Índice (UVB)	Negra	Potência de 10
0 a 3	5400s	
4 a 7	2400s	
8 a 11	1620s	
12 a 15	1200s	

QUESTÃO (8)

De acordo com os conceitos matemáticos sobre proporção, desenvolvidos no glossário desta cartilha, VERIFIQUE se os índices de radiação UVB 3; 7 e 11 são aproximadamente inversamente proporcionais aos seus respectivos tempos de exposição 20; 8,5 e 5,5 minutos, em função da cor da pele.

QUESTÃO (9)

O gráfico abaixo representa a relação entre o índice UV de radiação ultravioleta e o tempo de exposição ao sol, sem se queimar, para indivíduos com a pele branca e negra, sem o uso de protetor. De acordo com esse gráfico e os conceitos de Matemática e Biologia contidos no glossário desta cartilha, RESPONDA as seguintes questões:



- À medida que o índice UV cresce, o tempo que a pessoa moreno-clara ou negra pode ficar ao sol sem se queimar, aumenta ou diminui? EXPLIQUE.
- Esta função pode ser descrita por uma função exponencial crescente ou decrescente? EXPLIQUE.
- QUAL desses dois tipos de pele pode ficar mais tempo ao sol sem se queimar? EXPLIQUE de acordo com o gráfico e relacione sua resposta com conceitos de Biologia.
- FAÇA um mural estabelecendo os vários tipos de proteção contra as radiações UVB.

QUESTÃO (10)

Os queratinócitos são células do tecido epitelial responsáveis pela formação da queratina (proteína da pele e unhas). O quadro abaixo mostra alguns produtos, usados como tratamento de cabelo, e que contêm queratina e outras substâncias. A queratina desses produtos não é incorporada ao cabelo. Para formar sua queratina, é melhor fazer uma dieta rica em proteínas para formar sua queratina!

Quadro: Composição química de alguns produtos farmacêuticos.

Nome	Marca	Composição
Creme para cabelos "Esthetic e hair". Restaura e define os cabelos	X	- Queratina - Cloreto de cetil-trimetil amônio - Metiparabeno. - outros
Recarga de queratina Vitamina A	Y	- Queratina - Ácido cítrico - Aminoácidos - outros
Queratina líquida, loção spray para cabelos.	Z	- Queratina - Dimeticose - Propilenoglicol - outros

Fonte: Arquivo pessoal.

Responda as questões seguintes:

Na marca Y encontramos o ácido cítrico, cuja fórmula estrutural é:

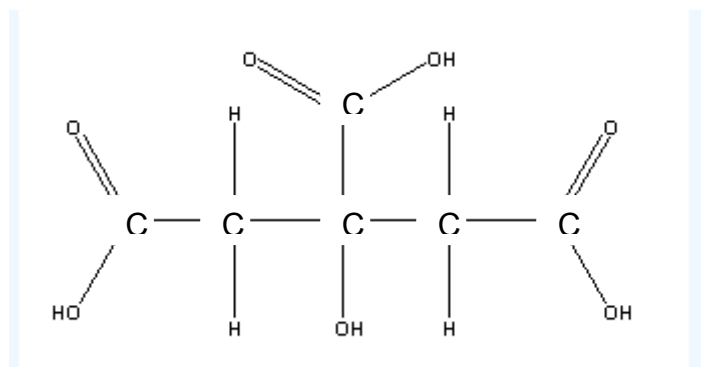


Figura: Fórmula estrutural do ácido cítrico.

Fonte: Wikipédia

- De acordo com a fórmula estrutural do ácido cítrico, e os conceitos básicos de Química, IDENTIFIQUE os grupos funcionais deste composto orgânico.
- A cisteína é um dos aminoácidos que formam a queratina, sua fórmula estrutural pode ser vista a seguir:

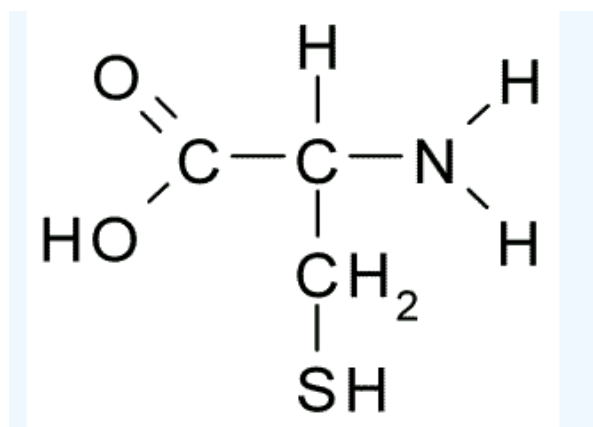


Figura: Fórmula estrutural da cisteína.

Fonte: Wikipédia

IDENTIFIQUE os grupos funcionais da cisteína na fórmula estrutural do ácido cítrico.

- QUAL a importância da queratina para o ser humano?

QUESTÃO (11)

O índice de refração (n) de um determinado meio é definido como sendo a razão entre a velocidade da luz no vácuo (c) e a velocidade da luz no meio (v), ou seja, $n = \frac{c}{v}$. A Lei de

Snell relaciona índices de refração de dois meios diferentes (n_1 e n_2) com ângulos de incidência e refração (θ_1 e θ_2), medidos em relação à normal à superfície de separação destes dois meios.

A fórmula para esta lei é dada por: $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$.

Cerca de 30% da radiação ultravioleta B são absorvidos pelos queratinócitos e melanócitos. Suponha que a radiação ultravioleta UVB, incida num melanócito com um ângulo de incidência de 60° . Considerando o ângulo de refração no melanócito de 30° , e que a luz incida diretamente do ar para o melanócito, determine:

- O índice de refração desta célula. Considere $n_{\text{ar}}=1$.
- A velocidade em m/s de propagação do UVB, no melanócito, sabendo-se que a velocidade da luz no ar é 3×10^8 m/s.

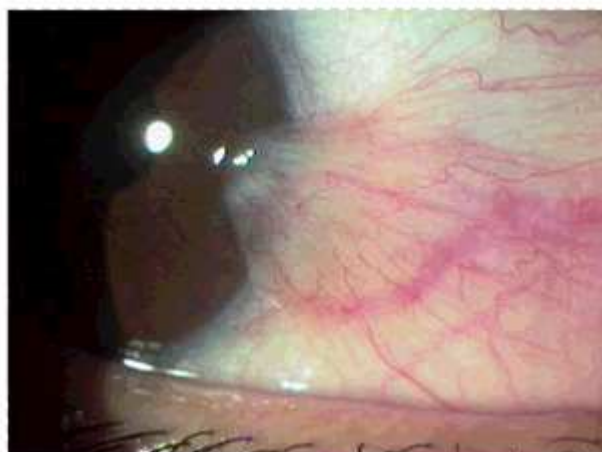
QUESTÃO (12)

O surgimento de novas modas e tendências pode ter efeitos muitas vezes imprevisíveis. No início do século XX, as mulheres primavam pela brancura da pele e tomavam banhos de mar praticamente vestidas. Com o passar do tempo os trajes passaram a cobrir cada vez menos o corpo e atualmente, há pessoas que pensam que um corpo bem bronzeado é sinal de saúde. FORME um grupo com seus colegas e INVESTIGUEM a opinião de médicos dermatologistas sobre o bronzeamento e sua relação com o aumento da incidência de câncer de pele no decorrer do século XX. PESQUISEM como essa doença se relaciona com profissões, como a de agricultores e pescadores, pessoas que ficam mais expostas ao sol (PENTEADO E TORRES, p.132).

QUESTÃO (13)

O pterígio é uma membrana vascularizada que cresce na conjuntiva em direção à córnea. O crescimento desta membrana pode ocorrer devido à exposição excessiva da radiação ultravioleta no olho, provocando astigmatismo.

- Assinale na figura a membrana que representa o pterígio.



- b) QUAL a parte do olho humano afetado pela radiação ultravioleta e que gera o astigmatismo?
- c) PERGUNTE a um oftalmologista ou pesquise na internet ou em livros, sobre o tipo de lente usado para corrigir o astigmatismo. QUAIS são as características da imagem formada por essa lente?

7 – GLOSSÁRIO POR DISCIPLINA ENVOLVIDA NO TEMA

7.1 – Física

CALOR

É a energia térmica em trânsito, entre dois ou mais corpos, devido à diferença de temperatura entre eles.

DENSIDADE DE POTÊNCIA (S)

Densidade de potência (ou intensidade) é definida como a quantidade de energia por segundo que atravessa uma unidade de área. É medida em W/m^2 .

DUALIDADE ONDA- PARTÍCULA

Dependendo do fenômeno observado, a luz se comporta ora como onda, ora como partícula. A interferência e a difração da luz só podem ser explicadas por meio do modelo ondulatório, enquanto o efeito fotoelétrico só pode ser explicado considerando o caráter corpuscular da luz. É necessário salientar que a luz, bem como as outras radiações eletromagnéticas, não apresenta os dois comportamentos ao mesmo tempo. Este fato é conhecido como o princípio da complementaridade.

ENERGIA

Energia é um conceito abstrato, impossível de ser definido em termos concretos de tamanho, formato ou massa. É algo que descreve o estado dinâmico de um sistema e é conhecida em suas várias formas: energia gravitacional, energia cinética, energia térmica, energia elástica, energia elétrica, energia química e energia nuclear. A cada tipo de energia está associada uma expressão matemática para avaliá-la. A unidade de energia é o joule (J). (FEYNMAN, 1975)

FLUXO RADIANTE (Φ)

Fluxo radiante é a potência emitida, transferida ou recebida sob forma de radiação. Sua unidade é o watt (W). (OKUNO, 2005)

ONDAS

É uma perturbação que se propaga pelo espaço ou por um meio material, como uma corda, um líquido, etc, ocorrendo apenas transporte de energia, sem transferência de matéria. O gráfico de uma função seno é uma representação de uma onda, como mostrado na figura G1. Os pontos mais altos de uma onda senoidal são chamados de cristas e os mais baixos de vales (Figura G1-b). Uma onda é caracterizada por grandezas como período (T), frequência (f), comprimento de onda (λ), amplitude (A) e velocidade (v), como mostrado na figura G1-a e G1-b.

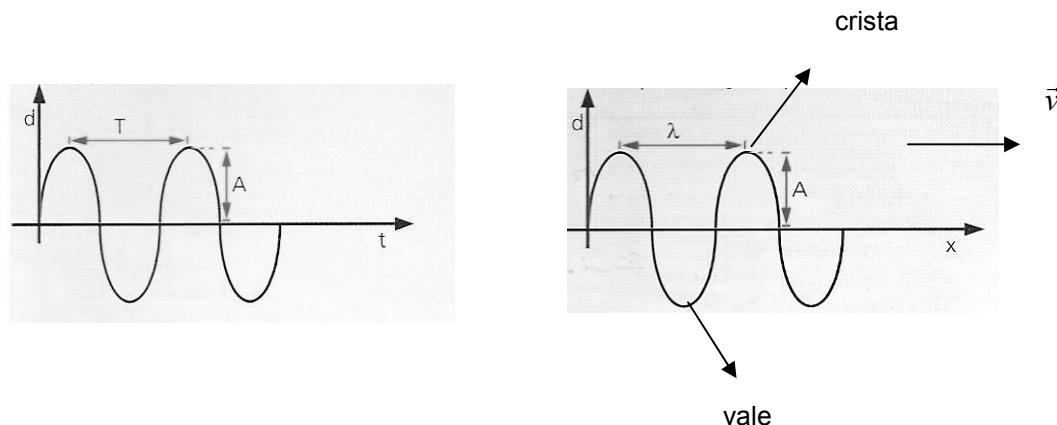


Figura G1-a e G1-b: Fonte Pueri Domus

Amplitude: É a altura de uma crista (ou vale) em relação ao eixo horizontal. Pode ser medida em centímetros ou metros.

Frequência: É o número de oscilações que ocorrem dentro de um intervalo de tempo. Se o intervalo de tempo é um segundo, a unidade é o hertz (Hz).

Período: É o tempo necessário para completar uma oscilação. É o inverso da frequência. No sistema internacional é medido em segundos.

Comprimento de onda: É a distância entre duas cristas ou dois vales. Pode ser medido em centímetros ou metros.

Velocidade: É a velocidade de propagação de uma onda, depende das propriedades do meio. No sistema internacional é medida em metros por segundo (m/s).

Em geral, a velocidade de uma onda está relacionada com o comprimento de onda e frequência pela relação $v = \lambda f$. De acordo com suas características físicas, as ondas podem ser classificadas em ondas mecânicas ou ondas eletromagnéticas.

ONDAS MECÂNICAS

São ondas que necessitam de um meio material para se propagar. São exemplos de ondas mecânicas: Ondas na superfície de um líquido, onda em uma corda, ondas sonoras.

ONDA ELETROMAGNÉTICA

É formada por um conjunto de dois campos oscilantes, um elétrico (E_0) e outro magnético (B_0) que se propagam no espaço. A velocidade de uma onda eletromagnética depende do meio em que a onda se propaga. No vácuo a sua velocidade é de 300.000 km/s, enquanto que em meios materiais, ela é menor que esse valor. São exemplos de ondas eletromagnéticas: raios X, raios γ , luz visível, microondas (radiação emitida pelo celular), ultravioleta, ondas de rádio etc. Estas radiações ou ondas eletromagnéticas podem ser classificadas de acordo com sua frequência ou comprimento de onda, em um diagrama denominado espectro eletromagnético (Figura G2).

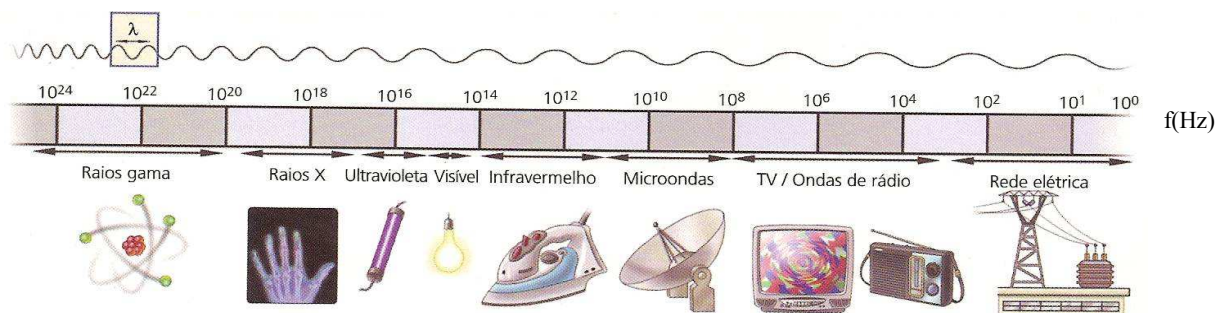


Figura G2- Espectro Eletromagnético (Fonte: Escolas associadas: Pueri-Domus).

ÓPTICA GEOMÉTRICA

É a parte da Física na qual estudamos o comportamento da luz, considerando-a um feixe de partículas que se propaga no espaço. Assim, são discutidas as propriedades desse feixe, observando-se sua propagação retilínea e a sua independência ao cruzar outros feixes de luz. Estudam-se também suas características ao interagir com superfícies ou obstáculos colocados em seu caminho, representadas pelas leis da reflexão, a lei de Snell da refração e o fenômeno de reflexão interna total. Essas propriedades básicas caracterizam o comportamento da luz dentro da aproximação da óptica geométrica e são utilizadas para compreender a formação de imagens em espelhos planos, esféricos (côncavos e convexos), além do estudo de lentes.

ÓPTICA FÍSICA

É a parte da Física na qual estudamos o comportamento da luz, considerando-a como uma onda que se propaga no espaço. Assim, fenômenos como interferência e difração da luz são explicados considerando-se suas propriedades ondulatórias.

POTÊNCIA MÉDIA (P)

É a razão entre o trabalho realizado e o intervalo de tempo gasto na realização desse trabalho.

Matematicamente é definida como, $P = \frac{\tau}{\Delta t}$. A unidade no sistema internacional é o watt (w).

RADIAÇÃO

Caracteriza-se pela propagação de energia por meio de emissão de partículas, radiação corpuscular, ou por meio de ondas eletromagnéticas, radiação eletromagnética. A radiação pode ser ionizante ou não ionizante. Essa classificação depende das características de um dado meio. Nesse trabalho usaremos como referência o tecido biológico. (SILVA, 1997)

RADIAÇÃO IONIZANTE

É aquela capaz de ionizar⁸ o meio em que se encontra. Pode ser constituída por partículas carregadas, neutras ou fótons. As fontes de radiação ionizante podem ser naturais (radiação terrestre e cósmica) ou artificiais (usinas nucleares, aparelhos de raios X, etc).

RADIAÇÃO NÃO-IONIZANTE

É a radiação que não possui energia suficiente para provocar a ionização do meio. Uma radiação não ionizante pode quebrar ligações moleculares produzindo radicais livres. São exemplos desses tipos de radiação as ondas eletromagnéticas: ultravioleta (em relação ao tecido), visível, infravermelho, ondas de rádio, rede elétrica, microondas e ultra-som. As fontes dessa radiação podem ser natural (sol) e artificial (aparelhos que emitem ultra-som, Laser, Lâmpadas, etc). (SILVA, 1997)

TAXA DE ABSORÇÃO ESPECÍFICA (SAR)

É definida como a quantidade de energia por segundo absorvida por massa de tecido do corpo. Sua unidade é W/kg, ou seja, watt por kilograma. Lembrando que $1W = 1J/s$.

TEMPERATURA

É uma grandeza física relacionada com o estado de agitação das partículas de um corpo, caracterizando seu estado térmico, quente ou frio, por exemplo. A temperatura é proporcional a energia cinética média do movimento de translação das moléculas de um corpo.

TRABALHO

É uma forma de transferir energia para um sistema por meio da aplicação de uma força. Uma força é capaz de realizar trabalho sobre um corpo se esta atuar na direção de movimento deste. A unidade de trabalho, no sistema internacional é o joule, cujo símbolo representa-se por J.

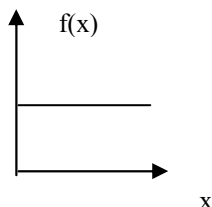
⁸ Perder ou ganhar elétrons formando íons.

FUNÇÃO

É uma relação entre dois conjuntos, na qual cada elemento de um conjunto de partida associa-se a uma única imagem do segundo conjunto.

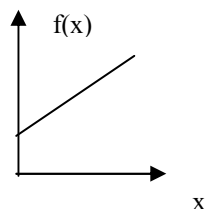
FUNÇÃO CONSTANTE

É uma função $f : R \rightarrow R$ do 1º grau do tipo $f(x) = b$, possuindo, portanto, apenas coeficiente linear. O gráfico é uma reta paralela ao eixo x.



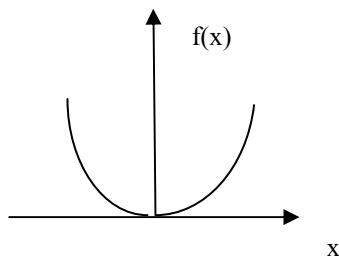
FUNÇÃO DO 1º GRAU

É uma função $f : R \rightarrow R$ do tipo $f(x) = ax + b$, onde a é o coeficiente angular e b o coeficiente linear. O gráfico é uma linha reta com inclinação não-nula.



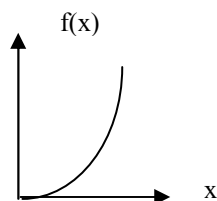
FUNÇÃO DO 2º GRAU

É uma função $f : R \rightarrow R_+^*$ do tipo $f(x) = ax^2 + bx + c$ com a diferente de zero ($a \neq 0$) para todo $x \in R$. O gráfico é uma parábola.



FUNÇÃO EXPONENCIAL

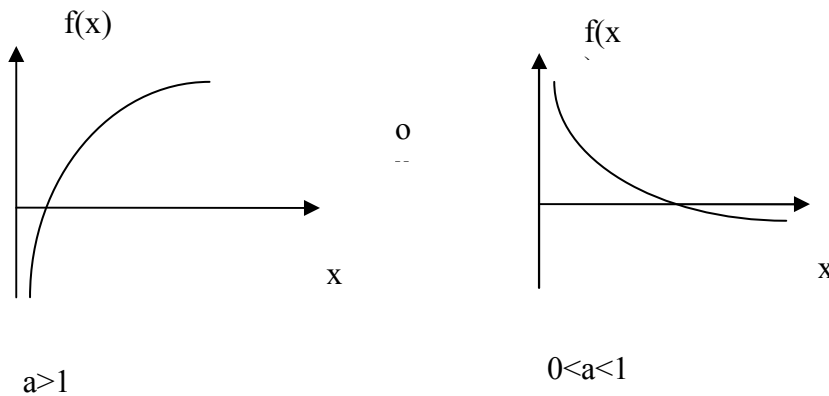
É uma função $f : R \rightarrow R_+^*$ do tipo $f(x) = a^x$, com $a > 0$ e $a \neq 1$, para todo $x \in R$. O gráfico de uma função exponencial crescente é uma curva, como mostrado abaixo.



FUNÇÃO LOGARÍTMICA

É uma função $f : R_+^* \rightarrow R$ do tipo $f(x) = \log_a x$ tal que $a > 0$ e $a \neq 1$, e $x \in R_+^*$.

O gráfico possui este formato:



LOGARITMO NEPERIANO OU NATURAL

É o logaritmo de base e, onde e é um número irracional aproximadamente igual a 2,71828... (chamado Número de Euler). É, portanto, a função inversa da função exponencial.

NÚMEROS DIRETAMENTE PROPORCIONAIS

Os números reais não nulos a, b, c,... são diretamente proporcionais aos números reais não nulos (A, B, C,...) nessa ordem, quando:

$$\frac{a}{A} = \frac{b}{B} = \frac{c}{C} = \dots = K$$

onde K é uma constante.

NÚMEROS INVERSAMENTE PROPORCIONAIS

Os números reais não nulos a, b, c,... são inversamente proporcionais aos números reais não nulos (A, B, C,...) nessa ordem, quando:

$$\frac{a}{1} = \frac{b}{1} = \frac{c}{1} = \dots = K$$

onde K é uma constante.

POTÊNCIA DE 10

É qualquer número real que possui o número 10 como base. Ex: 10^x com $x \in R$. Os números primos também podem ser escritos na forma desta potência. Exemplos:

$$\begin{aligned} 1 &= 10^0; 10 = 10^1; 100 = 10^2 \dots 10000 = 10^4; \\ 0,1 &= 10^{-1}; 0,01 = 10^{-2}; 0,001 = 10^{-3}; \\ 2 &= 10^{0,301}; \\ 3 &= 10^{0,477}; \\ 5 &= 10^{0,699}; \\ 7 &= 10^{0,845}. \end{aligned}$$

Para escrever um número positivo qualquer, em potência de 10, precisa-se inicialmente fatorá-lo e em seguida, aplicar as propriedades da potência.

$$\begin{aligned} 60 &= 2^2 \cdot 3 \cdot 5; \\ 60 &= (10^{0,301})^2 \cdot 10^{0,477} \cdot 10^{0,699}; \\ 60 &= 10^{0,602+0,477+0,699}; \\ 60 &= 10^{1,778} \end{aligned}$$

CÂNCER

Doença causada pela divisão celular anormal ou descontrolada, que pode invadir e destruir tecidos, espalhando-se pelo corpo.

CÉLULA

Unidade básica da qual todos os organismos vivos são constituídos. Consiste em uma solução aquosa de moléculas orgânicas envolvidas por uma membrana. Todas as células originam-se de células preexistentes, geralmente por um processo de divisão.

CÉLULAS DE LANGERHANS

São células que possuem prolongamentos que penetram entre as células epidérmicas; sua função é reconhecer agentes estranhos que entrem na pele, além de alertar o sistema imunológico para agir contra os invasores.

CIRCULAÇÃO SANGUÍNEA OU SISTÊMICA

Trajetória que o sangue faz do coração para os tecidos corporais e destes para o coração.

CROMOSSOMOS

Estrutura longa, como filamentos, composta de DNA e proteínas associadas que carregam parte ou toda informação genética de um organismo.

DNA

Polinucleotídeo de dupla-fita, formado por duas cadeias separadas de unidades de desoxirribonucleotídeo; servem como carreadores da informação genética e tem a capacidade de auto-replicação. (Figuras G3 e G4)

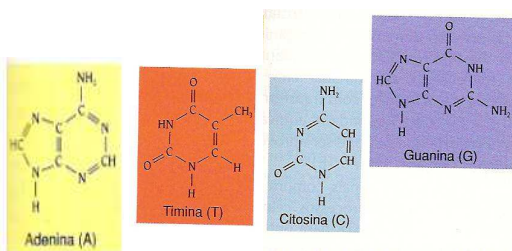


Figura G3: bases nitrogenadas
Fonte: AMARIS

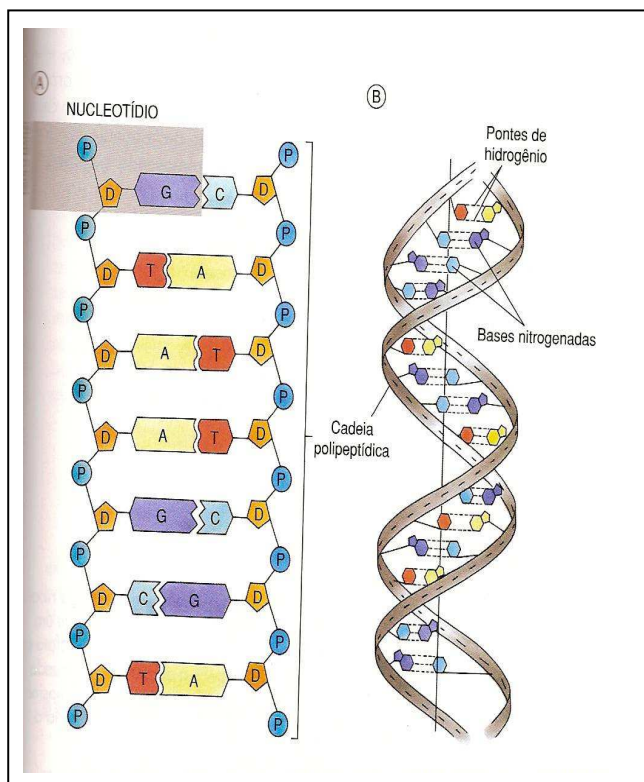


Figura G4: Representação de uma molécula de DNA e suas bases nitrogenadas. A: plana e B-
dupla-hélice.

ESTRESSE

Conjunto de reações do organismo a agressões de origem diversas, capazes de perturbar-lhe o equilíbrio interno. (AURÉLIO, 1993, p.233)

FIBRAS

São filamentos formados de proteínas. As fibras colágenas são mais espessas e resistentes e as fibras elásticas são mais finas e resistentes.

GLÂNDULA PINEAL

A glândula pineal é uma estrutura pequena e situada dorsalmente à região caudal do diencéfalo (Figura G5). Secreta a melatonina.

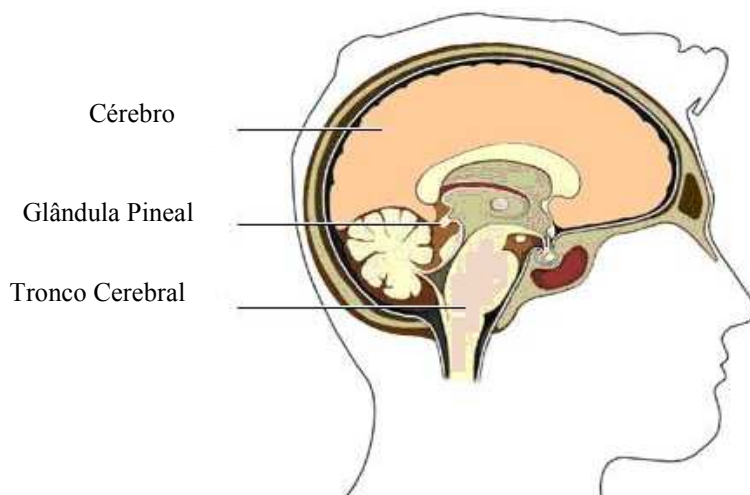


Figura G5: Representação da glândula pineal.
Fonte: bp3. blogger.com.

GLÂNDULA SUPRA-RENAL

Glândula endócrina, localizada acima do rim, cuja função principal é estimular a conversão de proteínas e gorduras em glicose. Elas também diminuem a captação de glicose pelas células, aumentando, assim, a utilização de gorduras. O córtex supra-renal, camada mais externa da glândula, é uma das principais fontes responsáveis pela síntese e liberação de hormônios corticosteróide e de catecolaminas, como o cortisol e a adrenalina. (Figura G6)

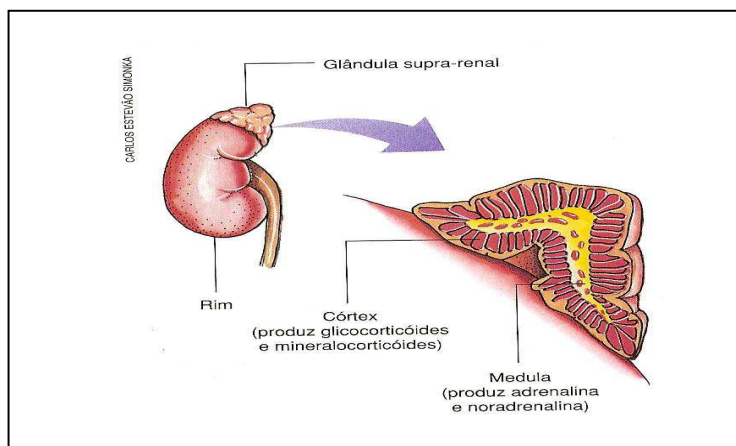


Figura G6: Glândula Supra Renal.
Fonte: AMABIS

HIPODERME

Também conhecida como tela subcutânea, é rica em fibras e em células que armazenam gordura (células adiposas). A gordura armazenada nesse tecido, além de constituir reserva de energia, atua como isolante térmico do corpo.

HORMÔNIOS

Substância química produzida por um grupo de células em um organismo multicelular e transportada via fluidos corpóreos para o tecido-alvo onde ele exerce um efeito específico.

LEUCÓCITOS

Ou glóbulos brancos, são células esféricas e nucleadas, com função de defender o organismo contra agentes invasores. Os dois tipos principais são: macrófagos e os linfócitos, envolvidos em reações imunológicas.

MACRÓFAGOS

Célula encontrada em tecidos animais especializada em captar partículas por fagocitose; derivado de um tipo de células brancas do sangue.

MARCA-PASSO ELETRÔNICO: é um aparelho que emite estímulos elétricos e tem como objetivo de regular os batimentos cardíacos.

MELANÓCITOS

Células situadas junto à camada basal e especializadas na produção de melanina, o pigmento escuro que dá cor à pele e aos pêlos. (Figura G8)

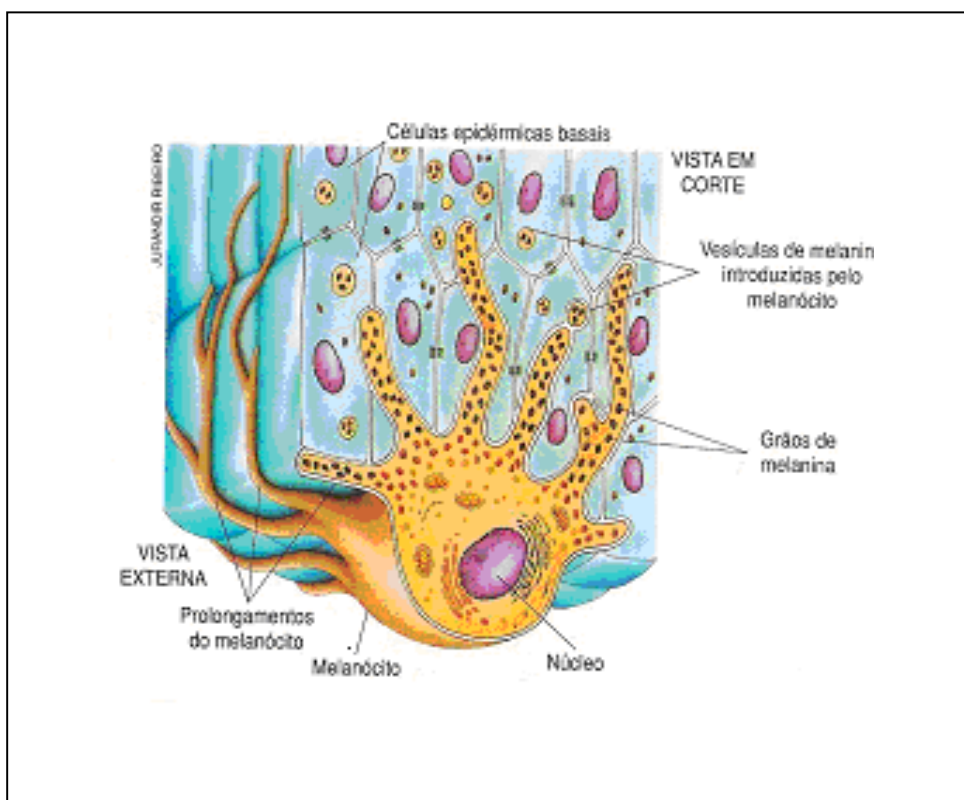


Figura G8: Representação esquemática de um melanócito da epiderme, parcialmente cortado.
Fonte: AMABIS.

MELATONINA

Hormônio secretado pela glândula pineal (Figura G5). À medida que envelhecemos a glândula pineal libera uma quantidade menor de melatonina, o que justifica a falta de sono em pessoas idosas.

NÓ-SINOATRIAL

Ou marca-passo natural é um aglomerado de células musculares especializadas que podem iniciar espontaneamente seu próprio impulso e contrair. É localizado perto da junção entre o átrio direito e a veia cava superior. (Figura G7)

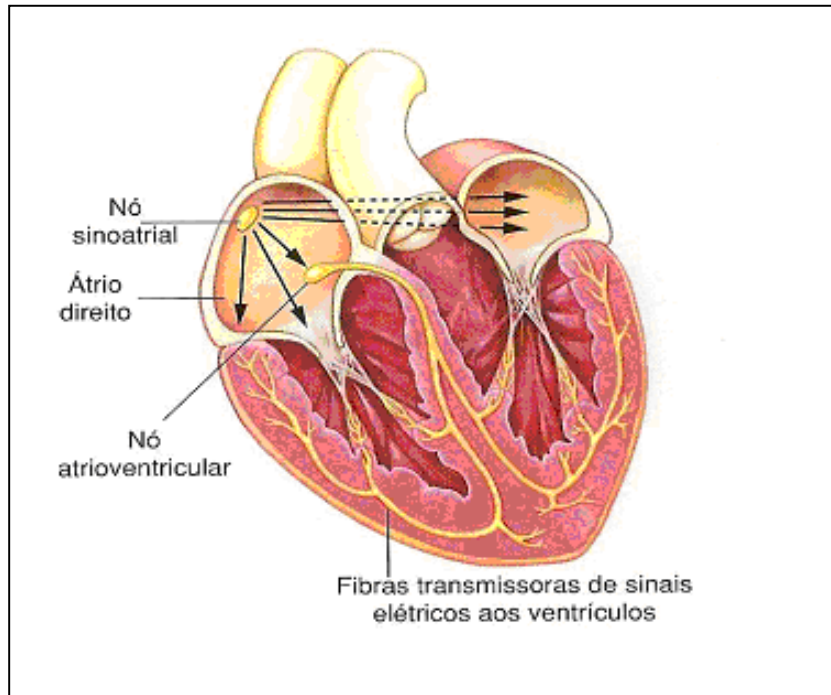


Figura G7: Representação esquemática sem escala do coração em corte longitudinal, mostrando a localização dos nós sinoatrial e atrioventricular.

Fonte: AMABIS

OLHOS OU BULBOS DO OLHO

São duas bolsas membranosas repletas de líquido, embutidas em cavidades ósseas do crânio, as órbitas oculares (Figura G9). São partes constituintes do olho:

Conjuntiva: Membrana transparente que reveste os bulbos dos olhos.

Córnea: Área da esclera, transparente à luz e com maior curvatura, localizada na parte anterior do bulbo. Responsável pela convergência dos raios luminosos na retina.

Corióide: Película pigmentada e rica em vasos sanguíneos que nutrem e oxigenam as células do olho.

Cristalino: Lente biconvexa que dá nitidez e foco à imagem luminosa formada na retina.

Esclera: Camada de tecido conjuntivo, localizada na área mais externa do olho.

Humor aquoso: Líquido transparente, localizado imediatamente abaixo da córnea.

Íris: Disco colorido do olho formado pela coróide. Controla a quantidade de luz que entra no olho, regulando o tamanho da pupila.

Pupila: Orifício de tamanho regulável, por onde a luz penetra no globo ocular.

Retina: Camada que reveste internamente a câmara ocular contendo as células fotossensíveis cones e bastonetes.

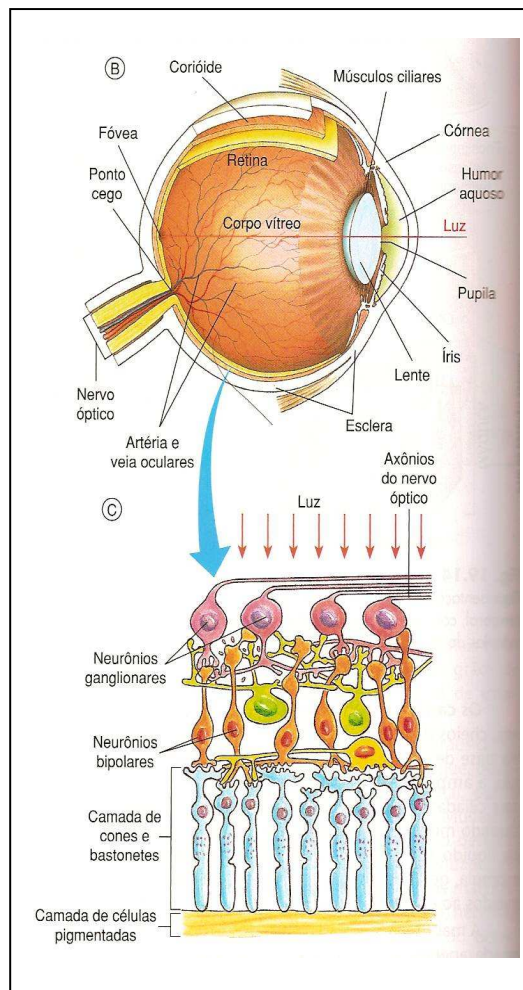


Figura G9: O olho humano.
Fonte: AMABIS

PELE

Órgão que reveste o corpo dos animais. Nos vertebrados, a pele é constituída por duas camadas firmemente unidas, a epiderme e a derme, apresentando diversos órgãos e estruturas anexas, tais como: glândulas, pêlos, penas, escamas, unhas, garras, etc. (Figura G10)

DERME: Tecido conjuntivo rico em fibras protéicas, vasos sanguíneos, terminações nervosas, órgãos sensoriais e glândulas. As camadas da derme são a camada papilar e a camada reticular.

Camada papilar: Apresenta inúmeras saliências (papilas dérmicas) que se encaixam em reentrâncias da epiderme.

Camada reticular: Constituída por tecido conjuntivo mais denso e rico em fibras elásticas, com relativamente menos células. Nessa camada há vasos sanguíneos e linfáticos, além de terminações nervosas. É nessa região que se situam as raízes dos pêlos, glândulas sebáceas e glândulas sudoríparas.

Fibras da derme: São filamentos constituídos de proteínas, podendo ser de três tipos: fibras colágenas (mais espessas e resistentes), fibras elásticas (mais finas e elásticas) e fibras

reticulares (ainda mais finas e entrelaçadas). É o conjunto dessas fibras que confere a resistência e a elasticidade típicas da pele.

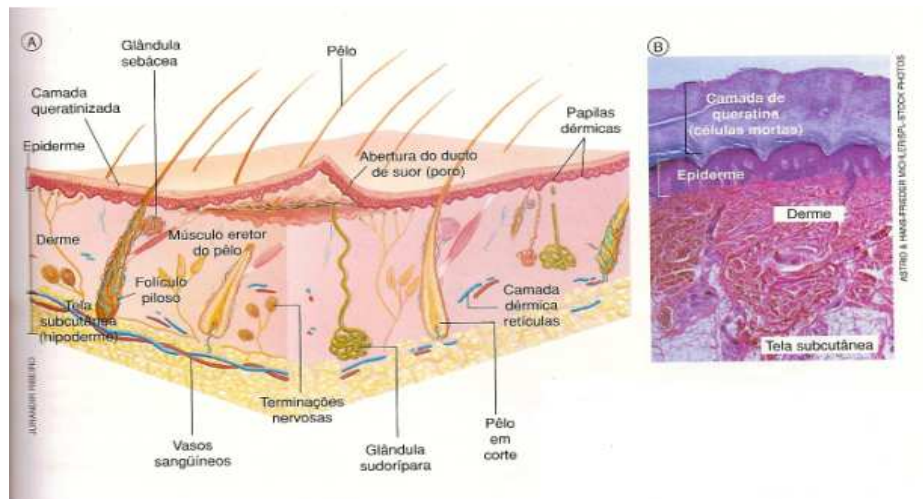


Figura G10: Representação esquemática da pele e suas camadas.
Fonte: AMABIS

EPIDERMIS: Tecido epitelial constituído por diversas camadas de células sobrepostas, bem aderidas umas às outras. As camadas da epiderme são: camada basal ou germinativa, camada espinhosa, camada granulosa e camada córnea. (Figura G11)

Camada basal: É a camada mais interna da epiderme, denominada camada basal ou germinativa, formada por células que se dividem continuamente por mitose, produzindo novas células.

Camada córnea: É a camada mais externa da epiderme, constituída por células mortas e queratinizadas que se achatam como escamas.

Camada espinhosa: Região imediatamente acima da camada germinativa, formada por células que se mantêm unidas graças a projeções superficiais.

Camada granulosa: Região acima da camada espinhosa em que as células se achatam e assumem forma cúbica, sendo repletas de substâncias precursoras de queratina.

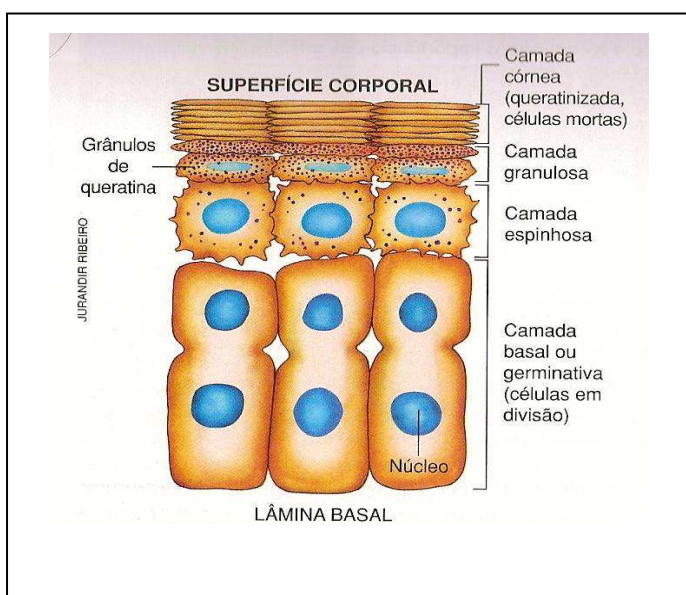


Figura G11: Representação esquemática que mostra as quatro camadas da epiderme, um tecido epitelial estratificado pavimentoso.
Fonte: AMABIS

QUERATINÓCITOS

Células do tecido epitelial responsáveis pela formação da queratina (proteína).

SISTEMA IMUNOLÓGICO

Conjunto de mecanismos de defesa de um organismo contra agentes agressores.

SONO

Estado de repouso normal e periódico, que no homem e nos animais superiores se caracteriza pela supressão da atividade perceptiva e motora voluntária, permanecendo a vontade e a consciência em estado parcial ou total de suspensão temporária. (AURÉLIO, 1993, p.513)

SUOR

Fluido constituído por água, íons de sódio (Na^+) e de potássio (K^+), íons de cloreto (Cl^-), uréia, amônia e ácido úrico. O suor é eliminado através de poros presentes na superfície da epiderme. O suor ajuda a manter constante a temperatura corporal, pois, ao evaporar, absorve grande quantidade de calor da superfície do corpo, resfriando-o. A glândula responsável pela produção do suor é chamada de sudorípara. (AMABIS, 2006 p.541)

TECIDO

Massa organizada de células com uma função específica, formando uma parte distinta de uma planta ou animal

CLASSE FUNCIONAL OU FUNÇÃO QUÍMICA

Substâncias que apresentam propriedades químicas semelhantes, por apresentarem semelhança na sua fórmula estrutural. As substâncias A e X, não reagem com o bicarbonato de sódio, observe a similaridade das fórmulas estruturais, o último átomo de carbono está ligado a um oxigênio e um hidrogênio (aldeídos). (Figura G12) A figura G13 resume as principais classes funcionais assim como seus grupos funcionais:

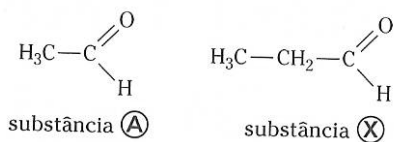


Figura G12: Aldeídos
Fonte: PERUZZO.

Classe funcional	Grupo funcional
Hidrocarboneto	Só C e H
Haleto orgânico	—F —Cl —Br —I
Álcool	$\begin{array}{c} \\ -\text{C}-\text{OH} \\ \end{array}$
Fenol	
Enol	$\begin{array}{c} \text{OH} \\ / \\ =\text{C} \\ \backslash \end{array}$
Éter	C—O—C
Aldeído	$\begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ -\text{C} \\ \backslash \\ \text{H} \end{array}$
Cetona	$\begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ \text{C} \\ // \\ \text{C} \end{array}$
Ácido carboxílico	$\begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ -\text{C} \\ \backslash \\ \text{OH} \end{array}$
Éster	$\begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ -\text{C} \\ \backslash \\ \text{O}-\text{C} \end{array}$
Anidrido	$\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{O} \\ // \quad // \\ -\text{C}-\text{O}-\text{C}- \end{array}$
Amida	$\begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ -\text{C} \\ \backslash \\ \text{N} \\ \end{array}$
Nitrocomposto	—NO ₂
Amina	—NH ₂ —NH— —N—
Nitrila	—CN
Ácido sulfônico	—SO ₃ H
Tiol	—SH
Sulfeto	—S—
Organometálico	Metal ligado a carbono

Figura G13: Classe e grupos funcionais de alguns compostos orgânicos.
Fonte: PERUZZO v3

COMPOSTOS ORGÂNICOS

São compostos que contém carbono. Exemplo de composto orgânico: eugenol, utilizados como anestésico local.

CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

Mede a facilidade que um material possui em conduzir a eletricidade. São exemplos de materiais condutores de eletricidade: metais e água comum.

CONDUTIVIDADE TÉRMICA

Mede a facilidade que um material possui em conduzir calor. São exemplos de materiais condutores de calor: os metais, graxas.

ELÉTRONS DE VALÊNCIA

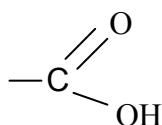
São os elétrons que se encontram na camada mais externa do átomo (camada de valência) de um elemento químico.

ESTRUTURA DO ÁTOMO

A estrutura do átomo, de acordo com o modelo de Bohr, é formada por prótons, nêutrons e elétrons. Os prótons e nêutrons estão fixos no núcleo e os elétrons giram ao redor deste núcleo.

GRUPO FUNCIONAL

Grupo de átomos característicos de uma classe funcional. Como exemplo, podemos citar a classe funcional dos ácidos carboxílicos.



ÍON

Átomo que perdeu elétrons (cátion) ou recebeu elétrons (ânion).

LIGAÇÃO COVALENTE

São ligações entre átomos, através do compartilhamento de elétrons. O conjunto de átomos unidos por ligação covalente é chamado de molécula. Uma molécula pode ser representada por sua fórmula molecular, fórmula eletrônica ou fórmula estrutural.

LIGAÇÃO IÔNICA

Ligação que ocorre com um metal e não-metal, para tornar o átomo estável. A estabilidade do átomo é garantida através da perda ou ganho de elétrons. Um átomo ficará estável se possuir oito ou dois (no caso da camada K) elétrons na última camada.

LIGAÇÕES DE HIDROGÊNIO OU PONTES DE HIDROGÊNIO

São interações que ocorrem principalmente entre moléculas que possuem átomo de H ligado a F, O ou N. Na molécula de DNA, por exemplo, as bases nitrogenadas, ligam-se entre si através de pontes de hidrogênio.

RADICAIS LIVRES

São moléculas reativas que interferem em muitos processos metabólicos; podem ser formados pela ação das radiações ultravioletas, estabelecendo alguns efeitos biológicos na pele e o olho, como envelhecimento e catarata.

TRANSIÇÃO ELETRÔNICA

Ocorre quando um elétron salta de um nível de energia para outro, absorvendo ou liberando energia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABUD, Kátia Maria, disponível em www.fizo.edu.br/vestibular/noticias.php?noticia=inter&=4 , por Faculdade de Educação USP-SP. Acesso em 07 ago. 2006.

ALBERTS, B. et al. **Fundamentos da biologia celular**. 2. ed. - Porto Alegre: Artmed, 2006.

ALVES, Rubens. **Filosofia da Ciência: Introdução ao Jogo e suas Regras**-20ed, São Paulo, 1994.

AMABIS, José Mariano. MARTHO, Gilberto Rodrigues. **Fundamentos da Biologia Moderna**. 4ª ed, Vol único. São Paulo: Moderna, 2006.

ANATEL (Agencia Nacional de Telecomunicações.). **Resolução nº 303 de 2 de julho de 2002**.

BEZERRA, Manoel Jairo. **Matemática para o Ensino Médio**. 5ª ed, Vol único. São Paulo: Scipione, 2001.

BISCUOLA, Gualter José. **Tópicos de Física 2**. São Paulo: Saraiva 2001.

BOICE, John D Jr. MCLAUGHLIN, Joseph k. **Epidemiologic Studies of Cellular Telephones and Cancer Risk**.2002, 16.Disponível em http://www.ssi.se/ssi_rapporter/pdf/ssi_rapp_2002_16.pdf . Acesso em 21 jan. 2007.

BONJORNO, José Roberto. **Física: História e cotidiano: Mecânica V1. Termologia, Óptica, Ondulatória e Hidrodinâmica** , V.2. São Paulo: FTD, 2003.

BONJORNO, José Roberto. **Matemática: Uma nova abordagem**.

CÉREBRO, estrutura e irrigação. Disponível em <http://www.igc.gulbenkian.pt/sites/soliveira/cerebroestruturairrigaca> . Acesso em 28 abr.2007

CHILTON, Didcot (UK). **National Radiological Protection Board. 2000. Independent Expert Group on Mobile Phones**.

Mobile phones and health. National Radiological Protection Board: (UK). Disponível em www.IEGMP.ORG.UK, acesso em 23 jul.2007.

DERMATOLOGIA ON LINE. Disponível em <http://www.dermatologia.net/neo/base/atlas/urticaria.htm> . Acesso em 30 jun.2007.

ELBERN, Alwin. **Radiações não –ionizantes: Conceitos Riscos e Normas**. PRORAD (Proteção radiológica), disponível em <http://www.prorad.com.br/pro/rni.pdf> . Acesso em 23 de jul.2007.

FERREIRA, Andréia Alves. **Ensino de física das radiações na modalidade EJA- Uma proposta**. Dissertação (mestrado). Instituto de Física e Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2005.

FEYNMAN, R.P.; LEIGHTON, R.B.; SANDS, M. **The Feynman lectures on physics**. 1 vol. Reading: Addison-Wesley Publishing Company, 1996

GASPAR, Alberto. **Física**. Eletromagnetismo e Física Moderna. V3. São Paulo: Ática, 2001.

GEZONDHEIDSRAAD: **Mobille Phone and Health: An evaluation of health effects**. 2002. Disponível em: <http://www.gr.nl/pdf.php?ID=377> . Acesso em 15 de jan.2007.

HOSOUME, Y; MENEZES, Luiz Carlos de; Zanetic, João. **GRAF** - Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. V1, 7ed. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2001.

IDEC, Consumidor S.A. **Instituto de defesa do consumidor brasileiro**. Disponível em <http://www.idec.org.br/consumidora/arquivo/mai98/3001.htm> . Acesso em 15 jun.2007.

INCA. **Instituto Nacional do Câncer**. Ministério da Saúde. Disponível em <http://www.inca.gov.br>. Acesso em 30 jun.2007.

MELATONINA. **Eficaz no tratamento da insônia**. Disponível em www.melatonina.com.br , acesso em 25 de jan. 2007.

MELLO, José Luiz Pastore. **Matemática: Construção e Significado**.

Mobile Phone and Health, disponível em <http://www.hpa.org.uk/radiation/publications/> , volume 15, nº 15.2004. Acesso em 29 jun. 2007.

OKUNO, Emico. **Radiação: Efeitos Riscos e Benefícios**. São Paulo: Harbra, 1988.

OKUNO, Emico. **Radiação Ultravioleta: Características e efeitos**. 1ª.ed. São Paulo: Livraria da física , 2005.

O QUE SÃO as telangiectasias? Disponível em <http://www.varizinforma.com/Telangiectasias.htm> . Acesso em 15 jan.2007.

PARENTE, Daniel Ramos. **Clínica de olhos**. Disponível em <http://www.danielparente.com.br> . Acesso em 28/012007.

PENTEADO, Paulo César M. **Física-Ciência e Tecnologia**. V3. Eletromagnetismo. São Paulo, Moderna, 2005.

PEREIRA, Luiz Teixeira do vale. BAZZO, Walter Antônio. LINSINGEN, Irlan Von. **Uma disciplina CTS para os cursos de Engenharia**. Disponível em www.oei.es/salactsi/bazzo.htm

PERUZZO, Francisco Miragaia, CANTO. Eduardo Leite: **Química, na abordagem do cotidiano**. 3ª ed. São Paulo: Moderna, 2003.

PORCENTAGEM DE ABSORÇÃO DA RUV- **Algumas partes constituintes do olho**, disponível em http://satelite.cptec.inpe.br/uv/R-UV_e_olho.html . Acesso em 21/03/08.

ROBINS, Perry. **Fundação - Câncer de Pele**. Disponível em <http://www.skincancer.org> . Acesso em 28 jan. 2007.

SABBATINI, Renato. **Celular dá câncer?** Disponível em <http://www.sabbatini.com/renato/correio/medicina/tess.htm> . Acesso em 23 jul 2007.

SALÉM, Sônia. **Estruturas Conceituais no Ensino de Física** - Dissertação de Mestrado. Instituto de Física e Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo 1986.

SANTOMÉ, Jurjo Torres. **Globalização e Interdisciplinaridade: O currículo Integrado**. 7ª ed. Porte Alegre: Artes Médicas Sul, Ltda, 1998.

SIEMENS, Móbile. **Manual de instruções A 52**. São Paulo. Siemens Ltda, 2004.

SILVA. Abel A. **Radiação Ionizante e Não Ionizante**. 1ª ed. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais: Dep. de Física e Química. Belo Horizonte: 1997.

STEWART, Willian. **Mobile phones and health**. Volume 15, nº.5, 2004. Disponível em http://www.hpa.org.uk/radiation/publications/documents_of_nrp/index.htm. Acesso em 23 de jul. 2007.

TAFNER, Marcon, disponível em <http://www.cerebromente.org.br/08/mente/construtivismo/construtivismo.htm>. Acesso em 25 ago. 2006.

DOENÇAS de pele. **Urticária**. Disponível em <http://www.dermatologia.net/neo/base/atlas/urticaria.htm>. Acesso em 23 jul.2007

VILAS BOAS, Newton .DOCA,Ricardo Helou. GUALTER, José Bíscola. **Tópicos de Física 2**, p.185 , 186 e 278. **Tópicos de Física 3**, p.340.18 ed. São Paulo: Saraiva,2007.

VASCONCELOS, Celso dos Santos. Disciplina: **Construção da disciplina consciente e interativa em Sala de Aula e na Escola**. 13ª ed, São Paulo: Libertad, 2000.

WERNECK, Hamilton. **Como vencer na vida sendo professor**. Petrópolis: Vozes, 1996.

WIKIPÉDIA. **Enciclopédia**. Disponível em <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Pele>>. Acesso em 30/06/2007.

http://www.vivo.com.br/portal/como_funciona_telefonia_celular . Acesso em 20/10/07.

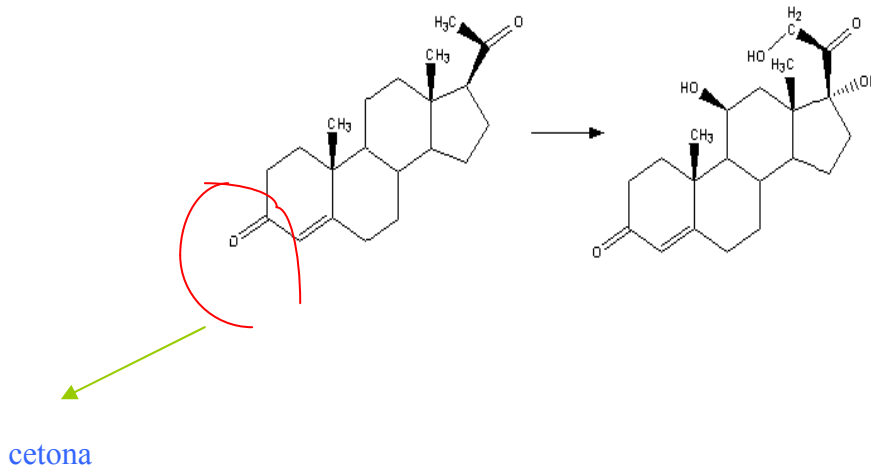
http://bp3.blogger.com/_TcdQ1dDNoi8/RmshgltQBmI/AAAAAAAAAFw/72qInBuUZGo/s1600-h/pineal1.JPG

ANEXO I - RESPOSTAS DAS QUESTÕES

A seguir se encontram as respostas das questões do encarte. Não apresentamos a solução das questões 5 e 13, devido a diversidade das possíveis respostas.

QUESTÃO 1

a)



b) Glândula supra-renal. Sua principal função está implicada na resposta ao stress e consiste na síntese e liberação de hormônios como o cortisol e a adrenalina.

c) Somente uma mudança no nível do cortisol foi encontrada: um aumento pequeno na primeira hora de exposição, voltando ao nível normal após este tempo. Os efeitos biológicos provocados nesta alteração são os aumentos da pressão arterial e do açúcar.

d) Succinato de Hidrocortisona. É usado no combate a asma brônquica; inflamação grave; insuficiência supra-renal; reação alérgica grave.

e) *Doença de Addison: emagrecimento, perda de apetite, fraqueza muscular, náuseas, vômitos, irritabilidade e depressão.

*Síndrome de caushing: o aumento de peso, o depósito excepcional de gordura na parte superior do corpo e no pescoço excesso de apetite e sede, aumento da produção de urina.

*Excesso de cortisol: Síndrome de caushing.

*Falta de cortisol: Doença de adson.

QUESTÃO 2

$$t = \left[\frac{\ln(0,05)}{-0693} \right] .5700 \rightarrow t \cong 24640 \text{ anos}$$

QUESTÃO 3

a) Permaneceu constante....

Variou.

b) Função constante , gráfico paralelo ao eixo x.

c). Variável. Algo parecido com uma função exponencial.

- d) entre 1983 e 1987
 e).Não é possível afirmar.

QUESTÃO 5

- a) V b)V c)F

QUESTÃO 6

- a) F (a=1 e b=273) b)F (Tk=Tc-273) c)V d)V

QUESTÃO 7

Índice (UVB)	Negra	Potência de 10
0 a 3	5400s	$10^{3,732}$
4 a 7	2400s	$10^{3,38}$
8 a 11	1620s	$10^{3,209}$
12 a 15	1200s	$10^{3,079}$

QUESTÃO 8

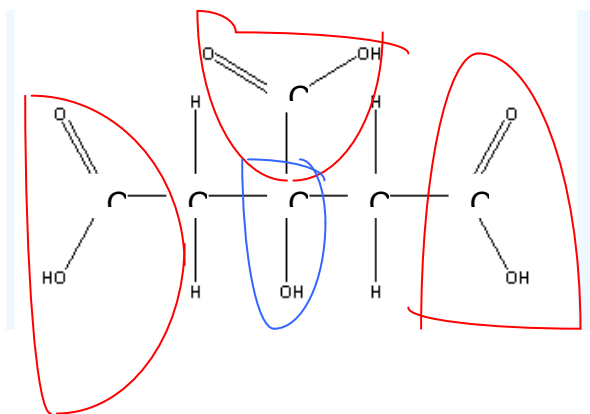
$$\frac{3}{\frac{1}{20}} = \frac{7}{\frac{1}{8,5}} = \frac{11}{\frac{1}{5,5}} \cong 60, \text{ são aproximadamente inversamente proporcionais.}$$

QUESTÃO 9

- a) Diminui
 b) Decrescente
 c) A pessoa negra pois a queda do gráfico é menos acentuada .O individuo de pele negra possui uma quantidade maior de melanina nos melanócitos, o que oferece uma maior proteção ao núcleo celular contra os efeitos biológicos produzidos pela radiação ultravioleta solar.

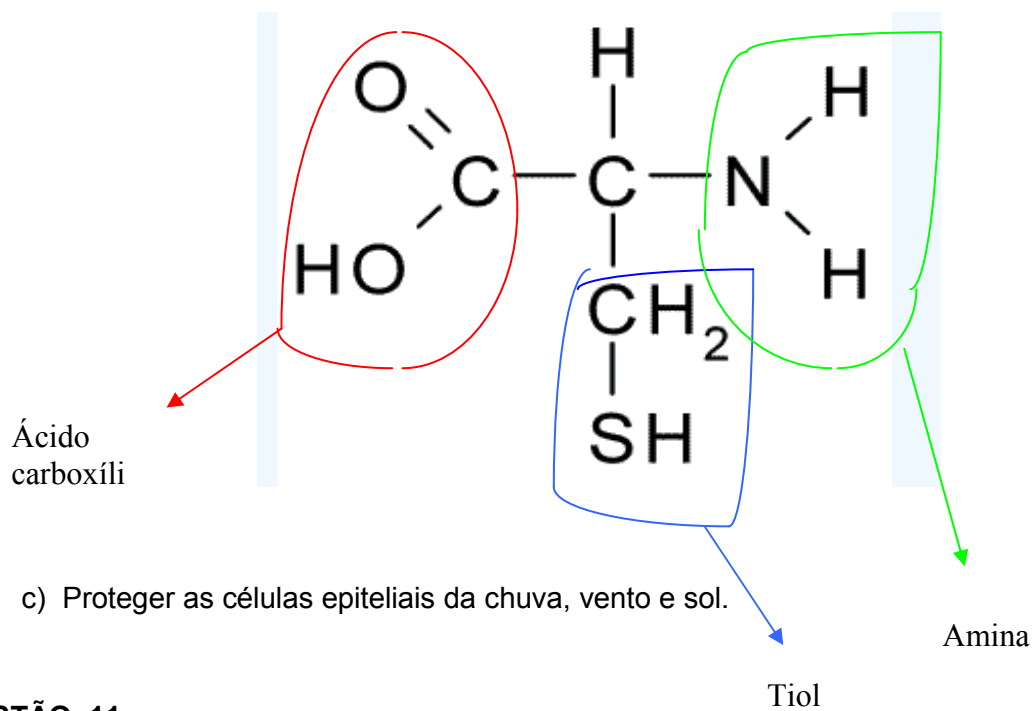
QUESTÃO 10

- a)



- Legenda:
- → Ácido carboxílico
 - → Álcool

b)



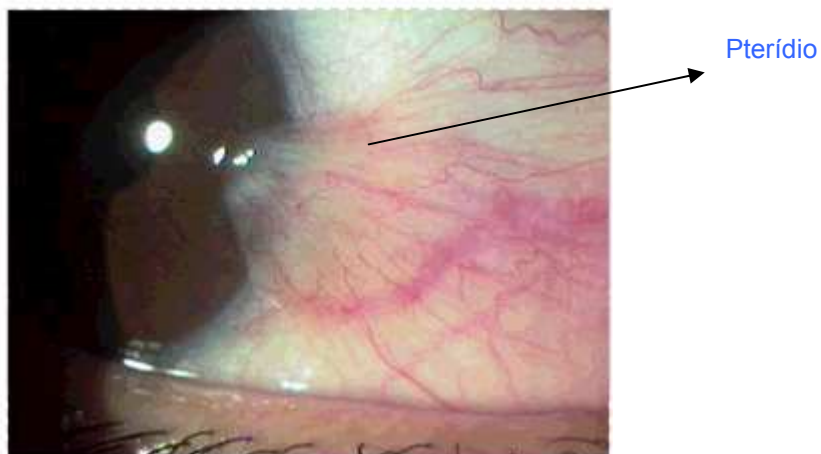
c) Proteger as células epiteliais da chuva, vento e sol.

QUESTÃO 11

- a) 1,73
- b) 73×10^8 m/s

QUESTÃO 13

a)



- b) Córnea
- c) Lentes divergentes. Imagem virtual, direita e menor.